Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. Dr. W. N e u m a n n .

ZAHNSCHÄDIGUNGEN DURCH ORGANISCHE SÄUREN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hans D a m m e y e r

aus

Minden/Westf.

Würzburg 1954

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549822_0208

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. Dr. W. N e u m a n n .

ZAHNSCHÄDIGUNGEN DURCH ORGANISCHE SÄUREN

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Hans D a m m e y e r

aus

Minden/Westf.

Würzburg 1954

Referent:

Professor Dr. Dr. W. N e u m a n n

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Tag der mündl. Prüfung:

30 Juli 1954

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Inhalt

Seite

Die gegenwärtige Stellung der Zahnerkrankungen in der Gruppe der Berufskrankheiten 1
Das klinische Bild der Säurenekrose der Zähne 2
Die Wirkungsweise organischer Säuren auf die Zähne. . 4

- - -

A. Zahnschädigungen durch direkt einwirkende organische Säuren 5
Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration . 5
Versuche in vitro an extrahierten Zähnen. 6
Tierversuche 11
Die Rolle des Speichels 13
Schäden durch Fruchtsäuren bei übermäßigem Obstgenuß 15
Eigene Untersuchungen über berufsbedingte Zahnschäden durch Essig-und Ameisensäure in einer Stoffdruckerei 17
Schäden durch Wein-und Zitronensäurestaub 23
Zur Frage der Zahnschädigungen durch direkte Säureeinwirkung bei der Herstellung von Fruchtsaftgetränken und Marmeladen 25

- - -

Seite

B. Zahnschäden durch secundär bei der Zersetzung der Nahrungsmittel entstehende organische Säuren 26
Die Bedeutung der Kohlenhydrate bei der Entstehung der Karies 27
Versuche an extrahierten Zähnen mit Dropslösungen und Schokolade 32
Klinische Beobachtungen bei erhöhter Kohlenhydratkost 35
Der Ursachen-Komplex der Karies 38
Der Kariesindex 41
Statistische Erhebungen über Kariesbefall
im Konditoren-und Bäckergewerbe 42
in der nur mehlverarbeitenden Industrie. . 45
in der Süßwarenindustrie 50
Eigene Untersuchungen in einer Schokoladenfabrik 54
Statistische Erhebungen über Kariesbefall in der Zuckerindustrie 57
Zusammenfassung sämtlicher statistischen Erhebungen. 58
Zusammenfassung 65

- - -

Literaturverzeichnis
Inhalt

Die gegenwärtige Stellung der Zahnerkrankungen in der Gruppe der Berufskrankheiten

Der berufstätige Mensch kann bei seiner Arbeit durch die verschiedensten Ursachen zu Schaden kommen. Schädigungen können plötzlich durch einen Unfall, durch jahre-oder jahrzehntelange Überanstrengung, einseitige Überlastung oder durch Gase bzw. Gifte, die am Arbeitsplatz entstehen, auftreten. Durch die stürmisch einsetzende Entwicklung der Industrie und die damit verbundene starke zahlenmäßige Zunahme der Industriearbeiter wurden die verantwortlichen Stellen mehr und mehr veranlaßt, sich mit dem Problem der beruflich bedingten Krankheiten in versicherungsrechtlicher Hinsicht zu befassen.

In Preußen gab es bereits seit 1845 eine allgemeine Gewerbeordnung, und hier wurden um 1853 die ersten Fabrikinspektoren eingesetzt. Durch die Novelle zur Reichsgewerbeordnung von 1891, die in den §§ 120 und 139 dem Staat die Möglichkeit eines direkten Eingreifens zum Gesundheitsschutz gab, wurde ein weiterer Schritt auf diesem Wege getan. 1913 wurde schließlich die Regierung ermächtigt, die erforderlichen Schritte zu tun, um die im Beruf erworbenen gewerblichen Krankheiten ebenso wie Unfälle zu entschädigen. Im Jahre 1925 kam es zur "Ersten Verordnung über Ausdehnung der Unfallversicherung auf gewerbliche Berufskrankheiten". In einer zweiten Verordnung wurde durch Weglassen des Wortes "gewerblich" die Versicherung auch auf die landwirtschaftlichen Berufe und auf die Seeunfallversicherung ausgedehnt. Eine dritte Verordnung entzog schließlich die Bearbeitung der Fälle dem Versicherungsamt und legte sie in die Hände des staatlichen Gewerbearztes. 1943 wurden dann in einer vierten Verordnung Ergänzungen geschaffen, die weitere

Krankheiten in die Liste der Berufskrankheiten eintrugen und somit versicherten.

Die neueste fünfte Verordnung über die Ausdehnung der Unfallversicherung auf Berufskrankheiten vom 26. Juli 1952 (vgl. Bauer) ändert ebenfalls die Liste der entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten. So findet man unter anderem unter Nr. 32 zum ersten Male als Berufskrankheit Z a h n e r k r a n k u n g e n durch Mineralsäuren angegeben, die in allen Betrieben auftreten können, die mit diesen Säuren arbeiten. Diese Berufskrankheit aus Mineralsäuren läßt die Frage offen, sind auch organische Säuren für die Zahnhartsubstanzen schädlich und welche Rolle spielen sie in gewerbe-hygienischer Hinsicht? Eine vorläufige Antwort auf diese Frage soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden.

Das klinische Bild der Säurenekrose der Zähne

In der Reihe der Gewerbeschädigungen, die Zahnerkrankungen hervorrufen, nehmen die durch anorganische Säuren entstandenen einen wichtigen Platz ein. Die Veränderung an den Zähnen besteht in einem Substanzverlust, der bei Arbeitern in Erscheinung tritt, die in Betrieben beschäftigt sind, in denen die Säuren selbst oder konzentrierte Säuregemische hergestellt werden. Am meisten leiden nach den bisherigen Erfahrungen Arbeiter in Fabriken, in denen Salzsäure, Schwefelsäure oder Salpetersäure hergestellt oder verarbeitet werden.

Die charakteristischen Schädigungen durch diese Mineralsäuren sind nach B ü n g e r, H a s s e l, K i e g l e r und K o e l s c h kurz in den folgenden Punkten umrissen:

1. Jede mineralische Säure ist fähig, den Schmelz anzugreifen. Ihre Wirksamkeit ist abhängig von ihrer Konzentration, von ihrer Stärke, d. h. ihrem Dissoziationsgrad, und schließlich von der Dauer ihrer Einwirkung.

2. Sichtbare Schädigungen treten erst dann auf, wenn die Arbeiter täglich und während mehrerer Stunden mit starken Säuren arbeiten.

3. Diese Art der Zahnschädigung wird Säurenekrose (K o e l s c h) genannt. Sie befällt in der Regel die Frontzähne 3 - 3 im Ober-und Unterkiefer, da diese Zähne direkt dem Strom der Einatmungsluft ausgesetzt sind. Die in ihr vorhandenen Säurepartikelchen entkalken die harten Zahnsubstanzen und führen zu ihrer Zerstörung.

4. Die Folgen dieser Zahnschäden sind zunächst Klagen über ein Stumpfwerden der Zähne und große Empfindlichkeit bei Temperaturwechsel. Erst im weiteren Verlauf kommt es dann zum typischen Bild der Säurenekrose. Die unter dem fortdauernden Einfluß der Säuren stehende Zahnhartsubstanz wird entkalkt und bröckelt ab. Die Zähne nehmen Tonnenform an. Sie werden kürzer; es kommt, da die Molaren nicht zur gleichen Zeit ebenfalls angegriffen werden, zum offenen Biß.

5. Die Pulpa und die Vitalität des Zahnes werden, wie man durch histologische Untersuchungen feststellte, nicht angegriffen.

6. Die Inkubationszeit beträgt ungefähr 1 - 3 Jahre.

7. Neben diesen Schädigungen kann auch das Zahnfleisch in Mitleidenschaft gezogen werden; es blutet leicht und ist oft angeschwollen.

8. Durch die Zahndefekte wird das Kauen beeinträchtigt, so daß Magen-und Darmstörungen auftreten. Außerdem können sich durch die Deformationen der Zähne Sprachstörungen einstellen.

Die Wirkungsweise organischer Säuren auf die Zähne

Während die Mineralsäuren in ihrer Wirkungsweise und ihren schädigenden Folgen klar erkannt sind, liegen die ursächlichen Zusammenhänge bei Schädigungen durch organische Säuren nicht so sichtbar auf der Hand. Bei ihnen kann die Entkalkung der harten Zahnsubstanzen durch zwei voneinander unabhängige, scharf zu unterscheidende Ursachen bedingt sein:

1. durch organische Säuren, die mit der Nahrung oder als Medikamente eingenommen werden oder bei ihrer Herstellung, ähnlich Mineralsäuren beim Einatmen direkt die Zähne berühren, kann es zur ebengenannten S ä u r e n e k r o s e kommen,

2. durch Säuren, die beim fermentativen Abbau der Kohlenhydrate unter den Plaques und an den Retentionsstellen der Zähne entstehen, können Schädigungen mit dem typischen Bild der K a r i e s ausgelöst werden.

Die Schädigungen der Zähne entstehen im ersten Falle durch direkte Einwirkung der betreffenden Säure, wobei es zu einem dauernden Substanzverlust kommt, der in gleichem Maße anorganische und organische Bestandteile des Zahnes zerstört und im Gegensatz zur Karies glatte Flächen schafft. Hierbei wird meistens das Frontzahngebiet in Mitleidenschaft gezogen. Im zweiten Falle tritt das bekannte Bild der Karies mit den zackigen Zahnhöhlen auf, die durch die Einwirkung der beim Gärungsprozeß erst sekundär sich bildenden Säuren unter Mithilfe von Bakterien und vor allen Dingen an den nicht vom Speichel erreichbaren Interdentalräumen entstanden sind. Diese grundsätzlich verschiedenen Möglichkeiten der Entkalkung der harten Zahnsubstanzen durch organische Säuren seien der Gliederung der nun folgenden Ausführungen zugrunde gelegt.

A. Zahnschädigungen durch direkt einwirkende organische Säuren

Die Schädigungen der Zähne durch Mineralsäuren bestehen, wie bereits gesagt, in einem dauernden Substanzverlust, der sich in einem Kleinerwerden der Zähne äußert und schließlich zu dem Bild der sogenannten Säurenekrose führt. Sie sind besonders dadurch bedingt, daß die Mineralsäuren besonders "starke", d. h. weitgehend dissoziierte Säuren sind und zudem in den eingeatmeten Säuredämpfen,-gasen und Nebeln in relativ konzentrierter Form vorliegen und somit die Zahnsubstanz leicht zerstören. Aus diesem Grunde ist es zunächst zur Beantwortung der Frage: können organische Säuren die Zahnsubstanzen angreifen, wichtig, festzustellen, ob diese meistens schwach dissoziierten Säuren die Zähne überhaupt entkalken. Zahlreiche Versuche sind schon in dieser Hinsicht gemacht worden. So berichtet M o n c r i e f bereits 1897 über einen Fall von Zahnschädigungen durch Fruchtsäuren, der bei übermäßigem Genuß von Weintrauben eingetreten war. Nach seinem Bericht war der Schmelz angerauht, und es waren durch die Wirkung der Säure kleine Vertiefungen und Rinnen im Schmelz eingegraben.

Die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration

Will man sich eingehender mit den verschiedenen Ursachen befassen, die dieser Zahnzerstörung zu Grunde liegen, so ist es zunächst einmal wichtig, sich mit der Bedeutung der Konzentration der Säuren zu beschäftigen. Untersuchungen von H o f f und K ö s z e g, Y a r d e n i, sowie T h u r l o w und B u n z e l l befaßten sich mit diesem Problem. Es zeigt sich, daß die Löslichkeit der Zahnsubstanzen ungefähr eine lineare Funktion der Wasserstoffionen-konzentration ist. Bei allen

Versuchen begann zunächst eine langsame Auflösung der Substanzen. Der Schmelz wurde gelöst, und erst, nachdem die interprismatische Substanz zerstört und das Dentin erreicht war, verlief der Lösungsprozeß rascher. Bei einem pH-Wert von 5,15 wurde keine Löslichkeit mehr festgestellt. Stieg der pH-Wert, so sank der Angriff der Säurelösung assymptotisch auf Null. Dagegen stieg die Löslichkeit erheblich bei fallendem pH-Wert, und zwar bis zu einem kritischen Punkt, an dem die Entkalkung wieder gänzlich aufhörte. Nach H o f f und K ö s z e g genügt schon eine Änderung des pH-Wertes von 0,1, um auch eine Änderung in der Säureeinwirkung hervorzurufen. Wie hieraus ersichtlich, ist der pH-Wert für die Wirkungsweise einer Säure maßgebend. In der neueren Literatur werden aber gewisse Säuren erwähnt, die sich auch noch durch ein besonderes Verhalten ihres Anions auszeichnen und somit von der Norm abweichen. Sie sollen in einem späteren Absatz behandelt werden.

Versuche in vitro an extrahierten Zähnen

Bei vielen aus der Literatur bekannten Versuchen in vitro werden meistens keine oder nur sehr hohe Konzentrationen von Säuren angegeben, die immer schwere Substanzverluste der Versuchszähne verursachten. Aus diesem Grunde untersuchte P e e t z das Verhalten schwachkonzentrierter Säuren gegenüber den Zahnsubstanzen und prüfte neben Mineralsäuren auch organische Säuren. Sie legte allein Wert auf die primäre Einwirkung der Säuren. Bei frisch extrahierten Frontzähnen überzog sie die Wurzeln bis zur Schmelz-Zementgrenze mit Paraffin. Jeder Versuchszahn wurde in ein Reagenzglas mit 1 ccm der betreffenden Lösung gebracht. Einen Teil der Zähne legte sie in reine Säure-Lösungen, während ein anderer Teil einem Säure-Speichelgemisch ausgesetzt wurde, um möglichst die Bedingungen zu schaffen, die in der Mundhöhle gegeben sind. Benutzt wurden

durchweg geringprozentige Lösungen von Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure und Zitronensäure. Die Dauer der einzelnen Versuche erstreckte sich auf 24 Stunden. Die Ergebnisse waren folgende:

1 a) Essigsäure: 0,1 proz. Lösung, Dauer 24 Stunden (Eckzahn). Der Schmelz hatte zum Teil seinen Glanz verloren und ein mattes Aussehen angenommen. Besonders an der labialen Zahnhalsgrenze hatten sich milchweiße Flecken am Schmelz gebildet, der sich nicht ritzen ließ. Eine Veränderung der Form und Größe war nicht festzustellen.

b) Essigsäure: 0,1 proz. Lösung vermischt mit Speichel, Dauer 24 Stunden (Prämolar).
Der Glanz des Schmelzes war an vielen Stellen geblieben. Die Höcker dagegen erschienen weißlich verfärbt. Die ganze Krone zeigte aber noch einen matten Glanz mit milchigem Schimmer.

2 a) Weinsäure: 0,1 proz. Lösung, Dauer 24 Stunden (Prämolar).Ein teilweise noch glänzender Schmelz überzog den Kronenteil des Zahnes. Einige Stellen waren matt und milchig, aber trotzdem hart, so daß ein Ritzen mit der Sonde nicht möglich war. Die Farbe des Schmelzes war auch bei den glänzenden Partien weißlich verändert.

b) Weinsäure: 0,1 proz. Lösung mit Speichel vermischt, Dauer 24 Stunden (Eckzahn).
Der noch glanzvolle Schmelz hatte seine Farbe verändert und machte einen milchigen Eindruck. Eine Abweichung der Zahnform war nicht eingetreten; der Schmelz war nicht ritzbar.

3 a) Oxalsäure: 0,1 proz. Lösung, Dauer 24 Stunden (Eckzahn).
Der Schmelz war teilweise von minimalen Auflagerungen bedeckt, die besonders an den Ecken und Kanten auf-

getreten waren. Ganz vereinzelt waren noch glänzende Stellen am Schmelz sichtbar; meistens überwog jedoch am Schmelz besonders labial ein mattes Aussehen. Die Auflagerungen ließen sich verwischen und waren abkratzbar. Normalgröße und -form des Zahnes waren geblieben.

b) Oxalsäure: 0,1 proz. Lösung mit Speichel vermischt, Dauer 24 Stunden (Molar).
Die Oberfläche der Krone war frei von Auflagerungen, der Schmelz zeigte allgemein ein mattes Aussehen. Die Höcker waren teilweise kreidig verfärbt. Ein Ritzen des Schmelzes mit einer Sonde war nicht möglich, und Form und Größe des Zahnes hatten sich nicht verändert.

4a) Zitronensäure: 0,1 proz. Lösung, Dauer 24 Stunden (Eckzahn).
Der Schmelz war an vielen Stellen noch glänzend. Kreidige Verfärbungen waren nicht sichtbar; nur manche Stellen erschienen opak. Sie waren hauptsächlich in der Nähe des Höckers zu finden. Die Form war nicht verändert; der Schmelz ließ sich nicht ritzen.

b) Zitronensäure: 0,1 proz. Lösung, Dauer 24 Stunden, mit Speichel vermischt (Eckzahn).
Fast über die ganze Krone schimmerte der Glanz des Schmelzes, der eine weißliche Farbtönung angenommen hatte. Eine Ausnahme bildeten kleine matte, etwas milchig aussehende Stellen, die sich palatinal befanden. Kreidige Veränderungen waren nicht festzustellen. Die Form war geblieben, und der Schmelz war nicht mit einer Sonde zu ritzen.

Weitere Versuche mit Säuren in 0,05 proz. Lösung brachten nur geringe oder gar keine Veränderungen. Es ergaben sich bei Zusatz von Speichel als äußerste Grenze einer Einwirkung auf den Schmelz bei Oxalsäure eine 0,01 prozentige und bei Essig-, Wein-und Zitronensäure eine 0,05 prozentige Lösung. Bei Umrechnung dieser Schwellenwerte auf Leitvermögen und Ionenkonzentration ergibt sich, daß die

Schwellenwerte annähernd bei der gleichen Wasserstoffionenkonzentration liegen.

Wie die Untersuchungen von Peetz zeigen, ist also eine Schädigung der Zähne durch organische Säure möglich. Versuche aus der neueren Zeit berichten aber, daß sich Oxalsäure, Wein-und Zitronensäure außerdem durch ein besonderes Verhalten auszeichnen.

H e c k n e b y benutzte bei seinen Versuchen extrahierte Zähne mit verhältnismäßig guten Kronen. Die Kronen wurden mit einer Diamantscheibe in 3-4 Teile geteilt und geglättet, so daß jedes Zahnstückchen Schmelz und Dentin enthielt. Die Stückchen wurden gewogen, in einen Thermostaten bei 37° C in Säure gelegt und in verschiedenen Zeitintervallen das Gewicht der Stückchen und der pH-Wert der Säure gemessen. Der Wirkungsgrad der Säure wurde durch die Gewichtsverluste bestimmt. Untersucht wurden Schleimsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Milchsäure, Oxalsäure, Brenztraubensäure, Zitronensäure, -Oxybuttersäure, Valeriansäure, Buttersäure, Glykolsäure und Zuckersäure. Nach 36 Tagen waren die Zahnkorrosionen so weit fortgeschritten, daß es lohnt, die Resultate näher zu betrachten. Sie sind in der Tabelle I wiedergegeben. An den meisten der geprüften Zahnstückchen hatte sich früher oder später ein Belag gezeigt, der von verschiedener Struktur sein konnte. Im allgemeinen ließ der Belag sich mit einem Messer oder einer Bürste entfernen und bestand in der Regel aus kleinen weichen Partikeln, die nach H e c k n e b y als Produkt einer Reaktion zwischen Zahn und Säure zu betrachten sind.

Der Belag der Zähne, die in Weinsäure lagen, war hart und mit der Zahnsubstanz fest verbunden und bestand aus glasähnlichen Kristallen. Die besonderen Verhältnisse der Korrosion bei der Weinsäure scheinen mit diesem Belag

Tabelle I

Anfangsgewicht		p_H	Spätere Gew.-Messungen				p_H	Spätere Gew.-Messungen				p_H	Differenz Gew.	p_H
Schleimsäure	0,252	3,1	0,250	0,249	0,248	0,247	5,2	0,247	0,247	0,247	0,247	5,4	0,005	2,3
Apfelsäure	0,223	2,5	0,205	0,194	0,190	0,178	9,0	0,166	0,147	0,133	0,127	3,7	0,096	1,2
Ameisensäure	0,191	2,6	0,161	0,147	0,130	0,112	3,0	0,085	0,064	0,050	0,039	3,8	0,053	1,2
Weinsäure	0,189	2,4	0,181	0,177	0,193	0,169	2,5	0,164	0,163	0,163	0,163	2,4	0,026	0,3
Essigsäure	0,164	2,7	0,155	0,151	0,146	0,141	3,7	0,133	0,186	0,199	0,117	4,1	0,047	1,4
oxy-butters.	0,163	3,0	0,158	0,154	0,153	0,149	4,0	0,144	0,138	0,134	0,133	4,2	0,030	1,2
Glykolsäure	0,272	2,5	0,252	0,243	0,236	0,224	3,3	0,210	0,191	0,183	0,165	3,9	0,107	1,4
Zuckersäure	0,209	2,5	0,197	0,190	0,184	0,170	2,6	0,155	0,139	0,124	0,115	3,6	0,094	1,1
Oxalsäure	0,293	2,0	0,288	0,281	0,275	0,263	2,4	0,232	0,176	0,156	0,150	4,1	0,143	2,1
Valeriansäure	0,218	2,8	0,211	0,208	0,203	0,199	3,9	0,192	0,188	0,184	0,183	4,1	0,035	1,3
Milchsäure	0,318	2,7	0,295	0,285	0,271	0,260	3,4	0,243	0,232	0,220	0,215	3,9	0,103	1,2
Buttersäure	0,263	3,0	0,255	0,251	0,250	0,243	4,0	0,239	0,232	0,227	0,227	4,3	0,036	1,3
Brenztraubens.	0,268	2,2	0,236	0,215	0,201	0,181	2,5	0,172	0,160	0,151	0,148	3,8	0,120	1,6
Zitronensäure	0,192	2,4	0,176	0,170	0,166	0,158	3,0	0,146	0,125	0,100	0,036	3,7	0,096	1,3
Datum:	16.11.	16.11.	18.11.	20.11.	22.11.	24.11.	29.11.	29.11.	6.12.	13.12.	22.12.	22.12.		

in Verbindung zu stehen, der vermutlich die Korrosion bei einem pH-Wert von 2,7 aufhören läßt.

Nach G r a f handelt es sich hierbei um schwer lösliche Calciumverbindungen, die sich an der Zahnoberfläche niederschlagen. G r a f erwähnt in diesem Zusammenhang die Zitronensäure, die bei einem pH-Wert von 6,5 - 6,7 die Zähne entkalkt. Ihre Anwesenheit kann die Löslichkeitsprodukte von $Ca_3(PO_4)_2$, $CaCO_3$ und $CaSO_4$ stark verändern, so daß die Füllung oder Lösung von Ca-Salzen nicht nur eine Angelegenheit des pH-Wertes ist. Das Calcium geht mit dem Zitrat eine Komplexverbindung ein, die löslich und wenig dissoziiert ist, Ca-Ionen aus der Lösung aufnimmt und das Gleichgewicht nach einer Seite verschiebt.

Weitere Untersuchungen H e c k n e b y 's befaßten sich mit der Zahnsubstanz selbst. Die einzelnen Zahnstückchen wurden so vertauscht, daß alle Stückchen von jeder Säure eine bestimmte Zeit angegriffen wurden. Obwohl im Endergebnis der Unterschied in den Gewichtsverlusten klein war, ist die unterschiedliche Korrosion dennoch bemerkenswert, da die Zahnstückchen vom selben Patienten stammten. Bei einem Patienten kann man also qualitativ verschiedene Zähne finden. Ebenso ergeben sich unterschiedliche Entkalkungsprozesse bei altersmäßig verschiedenen Zähnen.

An dieser Stelle wären die Untersuchungen von P e e t z zu berichtigen, die der Oxalsäure eine stark zahnschädigende Wirkung zuschreibt. Sowohl H e c k n e b y als auch G r a f berichten, daß diese nur eine schwache oder überhaupt keine Korrosion hervorruft. Das ist um so bemerkenswerter, als die Oxalsäure stark dissoziiert ist. Nach G r a f überzieht sich der Zahn mit einer zahnsteinähnlichen Schutzschicht, indem sich das Oxalat mit dem Ca zum schwerlöslichen kristallinischen Calciumoxalat verbindet.

Tierversuche

Bei den bisher beschriebenen Versuchen wurde nur die Wirkung der Säuren auf Zähne in vitro geprüft. Wenn dabei auch deutlich wurde, daß organische Säuren durchaus in der Lage sind, den Zahnschmelz zu zerstören, so können diese Ergebnisse keineswegs direkt auf das Leben übertragen werden. Einwände, daß im Munde die Säuren nur kurze Zeit mit den Zähnen in Berührung kämen, daß der Speichel die Wirkung der Säuren neutralisiere, sind stichhaltig genug.

In neuerer Zeit wurde die Frage der Zahnschädigungen durch organische Säuren, vornehmlich durch Fruchtsäuren, wieder dadurch akut, daß viele Menschen Früchte bzw. Fruchtsäfte wegen ihres hohen Vitamin C-Gehaltes therapeutisch zu sich nehmen. Versuche in vivo beschäftigten sich hauptsächlich mit der Wirkung von Fruchtsäuren auf Zähne von Tieren. Wenn sich die Ergebnisse auch nicht direkt auf den Menschen übertragen lassen, so erscheinen sie doch von Wichtigkeit.

Wesentliche Untersuchungen wurden auf diesem Gebiet von Mc. C a y und W i l l gemacht. Sie prüften die Wirkung von Fruchtsäften auf die unteren Molaren von Ratten. Ratten haben den Vorzug, sehr viel Flüssigkeit zu sich nehmen zu können und sind deshalb für diese Versuche besonders geeignet. Ein Teil wurde mit Apfelsinensaft, ein Teil mit Tomatensaft und ein dritter Teil mit Aqua dest. getränkt. Aus jeder Gruppe wurden Tiere nach sechs Wochen, nach vier Monaten und nach sechs Monaten getötet. Der Befund war nach sechs Wochen folgender: keine Erosionen bei den Tieren, die mit Tomatensaft oder Aqua dest. gefüttert worden waren, wenig erkennbare Schädigungen bei den mit Apfelsinensaft ernährten Tieren. Nach vier Monaten waren die Zahndefekte wesentlich stärker geworden. Selbst der Tomatensaft hatte Korrosion hervorgerufen. Nach sechs Monaten war das Verhältnis in der Stärkenabstufung geblieben. Tomatensaft

hatte die geringste Erosion erzeugt, während es bei den mit Apfelsinensaft getränkten Tieren zu starkem Schmelzverlust gekommen war. Die mit Aqua dest. versorgten Kontrolltiere zeigten keine Zahnschädigungen.

Ähnliche Versuche von Mc. C l u r e, die mit Ingwer-Bier (pH 2,6 - 2,7), Traubensaft (pH 3,2 - 3,5) und Preiselbeerensaft (pH 2,6 - 2,7) an Ratten gemacht wurden, zeigten folgende Ergebnisse: nach einer Versuchsdauer von 82 Tagen hatte das Ingwer-Bier einen Gewichtsverlust von 1,3 mg, der Traubensaft von 1,4 mg und der Preiselbeersaft von 4,6 mg an den Rattenmolaren verursacht.

G r a f, der ebenfalls Fruchtsäfte auf ihre zahnschädigende Wirkung prüfte, fütterte zwei Würfe von vier Wochen alten Ratten, die er nach Geschlechtern getrennt hatte, mit Tafelgetränken (Riedstern Mill-Orange, Weißenburg Citron, Riedstern Grapefrutina, Weißenburg Grapefruit). Alle Tiere bekamen das gleiche in zwiebackartige Tafeln gepreßte Trockenfutter aus Vollweizen, Mais, Luzernmehl, Weizenkeimen, Weißstärke, Fleisch, Magermilch, Lebertran, Hefe, Kochsalz und Calcium-Carbonat. Einmal wöchentlich erhielten sie grünen Salat. Die Ratten erhielten in den ersten sechs Wochen täglich 25 ccm und danach 50 ccm des Tafelgetränkes. Die Versuchsreihe dauerte 105 Tage. Nach deren Ablauf wurden die Tiere getötet, die Schädel während einer Stunde autoklaviert, die Kiefer sorgfältig abgetrennt und von den Weichteilen gesäubert. Die in Alkohol aufbewahrten Unterkiefer wurden zur Auswertung fotographiert, da G r a f die gravimetrische Bestimmung nicht geeignet erschien. Am stärksten waren die Zähne der Ratten angegriffen, die mit Weißenburg Citron getränkt worden waren. Bei diesen Tieren war das Dentin an vielen Stellen bloßgelegt. Riedstern Grapefrutina und Weißenburg Grapfruit zeigten eine nicht so starke Entkalkungswirkung. Nach G r a f liegt dieser Unterschied darin, daß die zuletzt genannten Getränke auf Essenzbasis und die anderen auf Fruchtsaftbasis hergestellt werden.

Während sich die bisher angegebenen Autoren mit der Wirkung der Fruchtsäfte befaßten, untersuchte M i l l e r die Wirkung der Früchte selbst. Obwohl der pH-Wert der Früchte annähernd gleich dem pH-Wert ihrer Säfte war, bestanden dennoch Unterschiede in der Wirkung auf die Zahnsubstanz. So zeigten die Ratten, die mit Weintrauben und Ananassaft getränkt worden waren, größere Zahnschäden als die Tiere, die mit reinem Fruchtfleisch ernährt worden waren. Mangosaft und -frucht zeigten keine Unterschiede in ihrer Wirkung.

Die Rolle des Speichels

Es kommen also an den Rattenmolaren Zerstörungen des Dentins und des Schmelzes vor, wenn man die Tiere mit säurehaltigen Getränken und Nahrungsmitteln füttert. Obwohl die Ergebnisse teilweise auf die außergewöhnliche Empfindlichkeit der Rattenmolaren gegenüber Säureentkalkung und teilweise auf den Vorzug der Ratten, viel Flüssigkeit zu sich nehmen zu können, beruhen, ist doch wohl nach diesen Versuchen als möglich anzunehmen, daß auch an menschlichen Zähnen Schädigungen bei übermäßigem Genuß von säurehaltigen Getränken bzw. Früchten auftreten. Da dieses oft mit der Begründung abgelehnt wird, daß ja der Speichel die eintretenden Säuren neutralisiere, möchte ich einige Untersuchungen anführen, die sich mit diesem Problem befassen.

H a g g a r d untersuchte den pH-Wert des Speichels nach Einnahme von verschiedenen säurehaltigen und nichtsauren Speisen. Geprüft wurden frische Orangen, Weintrauben, Tomaten, Eis-Creme und Biskuit. Untersucht wurden 16 gesunde Erwachsene ohne Karies. Jede Person wurde mit jeder der Speisen geprüft. Vor Einnahme der Testsubstanz wurden die Zähne gründlich mit einer Bürste und durch Spülungen gereinigt. Darauf wurde eine Probe des Speichels genommen und der pH-Wert bestimmt. Hierauf wurden die Prüfsubstanzen gegeben, und nach 5, 10, 15, 30, 60 und 90 Minu-

:en wurde eine Bestimmung des p_H Wertes vorgenommen. Die Ergebnisse zeigten, daß die nichtsauren Speisen keinen bemerkenswerten Wechsel des Säuregehaltes des Speichels zur Folge hatten. Die säurehaltigen Testsubstanzen bewirkten nur für kurze Zeit einen Abfall des pH-Wertes. Sie erreichten jedoch in keinem Fall einen pH-Wert von 3,5 - 4,5, der von Mc. C l e l l a n d als Grenzwert für eine De-Calcifikation angegeben wird.

Die gleiche Meinung vertrat G r a f, der ebenfalls pH-Wert-Bestimmungen nach Einnahme saurer Speisen und Getränke machte. Nach Einnahme säurehaltiger Getränke kam es zu einem pH-Wert-Abfall von 6,5 auf 5,0 in einem Zeitraum von 5 Minuten, nach 10 Minuten war der normale pH-Wert im Speichel wieder erreicht.

Mc. C a y, der sich ebenfalls mit diesem Problem befaßte, kam zu anderen Ergebnissen. Er nahm eine einfache Prüfung an zahlreichen Personen vor. Eine bestimmte Menge eines säurehaltigen Getränkes mußte eine halbe Minute im Munde gehalten werden und wurde dann in einen Becher gespuckt. Der pH-Wert der Mischung von Speichel und Getränk lag erstaunlicherweise bei verschiedenen Personen bei 2,8, während die Norm einen pH-Wert von 5,6 zeigte. Es geht also hieraus hervor, daß bei manchen Menschen die Fähigkeit fehlt, Säure zu neutralisieren; gerade bei diesen kann es zu Säureschädigungen kommen.

Wenn bei dem größten Teil der untersuchten Personen der pH-Wert nur bis zu 5,6 abfiel und somit eine entkalkende Wirkung an der gesamten Oberfläche des Zahnes bei der allgemeinen Konzentration dieser Speisen nicht möglich war, so möchte ich an dieser Stelle noch einmal auf die von G r a f erwähnte Sonderstellung der Zitronensäure hinweisen, die infolge ihrer Komplexbindung mit dem Calcium auch noch bei einem pH-Wert von 6,5 - 6,7 entkalken kann. Ebenso besteht noch die Möglichkeit, daß die Säure mit den Zähnen längere Zeit in Berührung kommt, wenn sich säurehaltige Speisen an den Rententionsstellen und in den Interdentalräumen der Zähne festsetzen, wo sie von der

neutralisierenden Wirkung des Speichels nicht erreicht werden.

Fälle aus der täglichen Praxis haben auf der anderen Seite gezeigt, daß durchaus Zahnschädigungen beim Menschen durch organische Säuren möglich sind.

Schäden durch Fruchtsäuren bei übermäßigem Obstgenuß

So berichten S t a f n e und L o v e r s t e d t, daß Patienten starke Zahnschädigungen erhielten, wenn sie während langer Zeitspannen Zitronen und Apfelsinen oder deren Säfte zu sich genommen hatten. Meistens hatten sie die Früchte angesogen und zeigten aus diesem Grunde an den Frontzähnen besonders starke Schädigungen. Diese traten gewöhnlich nach einem Jahr auf und waren besonders stark, wenn die Fruchtsäfte ausserhalb der normalen Mahlzeiten eingenommen worden waren. Durch Untersuchungen an 50 Personen aus den verschiedensten Teilen Amerikas stellten S t a f n e und L o v e r s t e d t folgende Symptome fest:

1. Die Zähne wurden empfindlich auf thermische Reize (deswegen suchten die Patienten meistens den Zahnarzt auf).

2. An den Zähnen zeigten sich gewöhnlich abgerundete Ränder und überstehende Füllungen, die meistens nicht in der gleichen Intensität angegriffen wurden.

Ähnliche Beobachtungen machte H i c k s in seiner Praxis. Er stellte außerdem fest, daß nach Streichung der Obstsäfte vom Speiseplan eine baldige Besserung des Krankheitsbildes eintrat und nach längerer Zeit die obengenannten Symptome völlig verschwanden.

Besonders sei hier noch eine Arbeit von S t e v e l i n g erwähnt, der in russischer Kriegsgefangenschaft folgende Beobachtungen machte:

Gefangene, die in einer Obstplantage arbeiteten, aßen in großen Mengen Früchte, um ihr Hungergefühl zu stillen. Sie verspeisten mühelos 1 - 2 kg Johannisbeeren oder Himbeeren, dazu erhebliche Mengen unreifer Äpfel oder bei der Apfelernte ungefähr 50 - 60 mittelgroße Äpfel. Dieser überreichliche Obstgenuß rief in der Mundhöhle eine sehr große Empfindlichkeit der Lippen-und Mundschleimhaut hervor. Die Zähne wurden äußerst stark berührungsempfindlich, vor allem nach dem Genuß schwarzer Johannisbeeren. Diese Erscheinungen verschwanden aber regelmäßig, wenn die Gefangenen zu ihrer obstfreien Kost zurückkehrten. Blieben sie jedoch länger auf den Obstplantagen, so setzten sich die Erscheinungen in deutlichen Abnutzungsvorgängen fort. Hiervon wurden besonders die Kauflächen betroffen. Sie zeigten überstehende Füllungsränder, die vorher einen tadellosen Randschluß gehabt hatten. S t e v e l i n g führt diese Erscheinungen auf die besonders schlechte Konstitution der Gefangenen und die besonders schlechten hygienischen Verhältnisse zurück.

Aus der Literatur kann man also entnehmen, daß organische Säuren bei längerer Einwirkung Schädigungen der Zahnhartsubstanz hervorrufen können. Wenn auch genauere Untersuchungen über die Besonderheiten gewisser Säuren noch fehlen, wenn auch die Beläge, die als Zwischenprodukt aus Säure und Zahn entstehen, in ihrer hemmenden oder begünstigenden Wirkung noch nicht klar erkannt sind, und wenn, wie einige Untersuchungen zeigten, der pH-Wert des Speichels bei der Einnahme saurer Speisen nicht bis zu der Grenze fällt, an dem die Decalcification beginnt, so berechtigen die Versuche in Vitro und an Ratten im Verein mit den Erfahrungen, die in der Praxis gesammelt wurden, zu dem Schluß, daß die Möglichkeit einer Entkalkung der harten Zahnsubstanzen durch organische Säuren bewiesen ist.

Zu der Frage, ob organische Säuren wie die Mineralsäuren in der Lage sind, Zahnschädigungen hervorzurufen, die man als Berufskrankheit bezeichnen muß, erwähnt S r o k a Schädigungen in der Textilindustrie, die durch Essigsäure und Ameisensäure entstanden sein sollen. Es müßte wohl noch näher untersucht werden in welchem Umfang in Betrieben, die mit organischen Säuren arbeiten, Zahnschädigungen durch die säuregeschwängerte Luft entstehen.

Eigene Untersuchungen über berufsbedingte Zahnschäden durch Essig-und Ameisensäure in einer Stoffdruckerei

Als einen Beitrag zur Klärung dieses Problems führte ich Untersuchungen in einer Stoffdruckerei durch, wo beim Verarbeitungsprozeß Ameisen-und Essigsäure gebraucht werden, ferner in einer Firma, die Zitronensaft herstellt.

Um die Anwesenheit der genannten organischen Säuren in einer Stoffdruckerei zu erklären, in der übrigens auch Mineralsäuren, sowie Alkalien in großem Maße verwandt werden, die bei der gewerbehygienischen Beurteilung ebenfalls eine Rolle spielen, sei der Arbeitsprozeß kurz geschildert bzw. einmal ein Stück Stoff auf den einzelnen Stationen seiner Bearbeitung begleitet.

Die an das Werk gelieferte Rohware muß zunächst einer Reinigung unterzogen werden. Das Baumwollgarn enthält manchmal noch Samenschalen und Holzteilchen, sowie andere Verunreinigungen, die den komplizierten Druckprozeß stören könnten. Außerdem müssen die vom Webprozeß herrührenden Fadenenden der Knüpfstellen entfernt werden. Aus diesem Grunde wird der Stoff gesengt, d. h. mit grosser Schnelligkeit an langen Gasflammen vorübergeführt, die diese lästigen Reste abbrennen. Durch die verbrannten Faserreste ist die Stoffbahn völlig mit schwarzen Pünktchen übersät. Außerdem besitzt sie noch die gelb-

liche Naturfarbe und die in den Webereien erhaltene Schlichte. Die Weber präparieren nämlich das Garn mit Ölen, Fetten, Stärke und Seifen, um es für den Webvorgang geschmeidig zu machen. Diese Produkte werden beim Entschlichtungsvorgang entfernt. Hierbei werden die Fette und Öle mit Alkalien verseift und ausgewaschen, die in den Stoffen vorhandene Stärke wird mittels Diastase in löslichen Zucker überführt. Danach werden die Stoffbahnen gründlichst gewaschen und so von sämtlichen bei dem Verarbeitungsprozeß aufgetretenen Rückständen gereinigt. Um die Zerstörung des in der Rohware enthaltenen Pflanzenfarbstoffes einzuleiten, der die bekannte gelbliche Färbung der Rohprodukte hervorruft, werden die Bahnen in großen Kesseln in Lauge gekocht, die aus kaustischer Soda oder gebranntem Kalk hergestellt werden, und schließlich, um einen blendend weißen Untergrund zu bekommen, in besonderen Bädern gebleicht. Das geschieht mit Natriumchlorat, das mit Hilfe von Alkalien auf einen p_H-Wert von 12 eingestellt, in den Bleichtrögen gelöst ist. Beim Bleichungsvorgang werden diese Bäder, in denen sich die Stoffe bereits befinden, auf 60 - 70°C erhitzt, ihnen dann ein Gemisch von 3 Teilen 60 % Essigsäure und 1 Teil 85 % Ameisensäure mit einem p_H-Wert von 4 hinzugesetzt; dadurch wird die Lösung unter Freimachung von Chlordioxyd zersetzt, dieses bleicht die Stoffe und wird aus der Luft mit Hilfe von Gebläsen wegen seiner stark schädigenden Wirkung schnell und vollständig abgesogen. Hierauf werden die Stoffe vor allem zur Entfernung sämtlicher in dem bisherigen Arbeitsprozeß verbrauchten Chemikalien gründlichst gewaschen, um schließlich getrocknet zu werden. Die Stoffbahnen laufen durch Wringmaschinen an Saugschlitzen vorbei, die das Wasser absaugen, und dann durch Trockenräume und über Spannrahmen, die den Bahnen die richtige glatte Form geben. Danach kommt die Ware in die Druckerei und läuft an

großen Druckpressen vorbei, an denen bis zu 16 verschiedene Walzen, jede in einer anderen Farbe, die verschiedensten Muster zu einem Gesamtmuster auf die Stoffbahn in einem Arbeitsgang aufdrucken. Der Druck geschieht mit sogenannten Rapidogen-und Rapidechtfarbstoffen, die ein Gemisch aus Naphtholen der AS-Reihe mit Nitrosaminen von Echtbasen und Ätzkali darstellen und Indigosolfarbstoffen, die haltbare und in Wasser lösliche Leukoesterverbindungen von Küperfarbstoffen sind, die durch Verseifung und Oxydation auf der Faser in die Küperfarbstoffe umgewandelt werden. Die beiden genannten Farbstoffe müssen nach ihrem Aufbringen auf die Faser durch eine entsprechende Nachbehandlung entwickelt bzw. fixiert werden. Das Entwickeln der Rapidogenfarbstoffe erfolgt unter Mitwirkung von Säuren nach der Säuredampfmethode. Hierbei wird die getrocknete Ware 3 - 5 Minuten lang durch einen geschlossenen Schnelldämpfer geführt, dem reichlich Dämpfe eines Gemisches von 3 Teilen 60 % Essigsäure und 1 Teil 85 % Ameisensäure zugesetzt werden. Das Säuregemisch wird entweder auf eine am unteren Teil des Dämpfers befindliche Schale aus säurebeständigem Metall aufgetropft, während gleichzeitig der Dampf den Dämpfer durchströmt, oder durch eine mit Dampf betätigte Streudüse in zerstäubter Form dem Dämpfer zugeführt. Da die Ware möglichst rasch in die konzentrierteste Säureatmosphäre gelangen soll, befindet sich die Düse in der Nähe des Wareneinganges. Durch diesen und den Warenausführungsschlitz entweichen stetig Säuredämpfe. Der Säurezulauf wird durch ein in die Leitung eingebautes Tropfgefäß geregelt. Nach dem Dämpfen wird die Ware gespült und kochend geseift. Bei den Indigosolen geschieht die Entwicklung der Farben durch kurze Behandlung der Ware in Schwefelsäure, wobei die entstehende salpetrige Säure die Oxydation des Indigosols bewirkt.

Nach dem Druckvorgang ist die Arbeit des Stoff-

druckers noch nicht beendet; es schließt die Nachappretur an. In diesem Arbeitsprozeß werden die Stoffe gestärkt, um den Geweben ein faltenfreies Aussehen und eine gewisse Steifigkeit zu geben. Außerdem kann die Ware noch durch Walzen geführt werden, die ihr einen besonderen Glanz verleihen oder ein weiteres Muster dadurch aufprägen, daß Walzen mit erhabenen und vertieften Stellen dem Stoff aufgepreßt werden. Damit ist der Weg eines Stoffstückes durch eine Druckerei beendet. Wie aus dieser Schilderung hervorgeht, ist das Auftreten von organischen Säuren in diesen Betrieben an den Bleichvorgang und an den Säuredämpfer zur Entwicklung der Rapidogenfarbstoffe gebunden.

Da sich über den Bleichbottichen zur Entfernung des Chlordioxydes gute und starke Abzugsvorrichtungen befinden, ist eine Zahnschädigung durch Säuredämpfe hier nicht anzunehmen. Das bestätigte eine Befragung der in diesen Räumen beschäftigten Arbeiter und eine Messung des p_H-Wertes der Luft in diesen Arbeitsräumen; mit Spezialindkatorpapier nach Riedel de H a e n festgestellt, betrug er 6,5.

Ein völlig anderes Bild ergab sich in den Räumen, in denen die großen Säuredämpfer standen. Ein deutlicher Säuregeruch war in dem gesamten Raum wahrzunehmen. An den Einführungs-und Ausführungsschlitzen entwichen stetig weiße Wölkchen des säuregeschwängerten Wasserdampfes, der die Luft der Halle erfüllte. Das bereits beim Verarbeitungsprozeß beschriebene Gemisch aus Ameisensäure und Essigsäure hatte einen p_H-Wert von 4. Der entweichende Säuredampf hatte dieselbe Wasserstoffionenkonzentration, die Luft im Raum zeigte einen p_H-Wert von 4,5. Es kann sich also eine Gefährdung der Zähne durch Säuredämpfe an diesen Arbeitsplätzen ergeben. Da aber der gesamte Arbeitsvorgang automatisch vor sich geht, sind nur sehr wenige Arbeitskräfte in

diesen Räumen beschäftigt. Gewöhnlich bedienen je drei Leute einen der beiden Dämpfer, die sich in den großen Betrieben dieser Art befinden.

Die Befragung und Untersuchung von 7 Leuten, die an den Dämpfern arbeiteten, zeigte, daß bisher bei den meisten keine Symptome einer Säurenekrose aufgetreten waren. Es war weder eine besondere Empfindlichkeit der Zähne auf Temperaturunterschiede noch ein Rauhwerden des Schmelzes bemerkt worden. Das liegt vermutlich daran, daß die Firma ihre Angestellten in verschiedenen Zeitabständen den Arbeitsplatz wechseln läßt, so daß jeder Arbeiter eine gewisse Zeit in jeder Abteilung arbeitet. So kommen die Leute häufig aus der säuregeschwängerten Luft heraus in die Wäschereien hinein, wo mit Laugen und Alkalien gearbeitet wird, also in ein völlig entgegengesetztes Milieu, in dem wahrscheinlich geringfügige, am Dämpfer erworbene Schädigungen ausheilen. Ein Arbeiter dieser Abteilung, der aus unbekannten Gründen bereits 5 Jahre an einem Dämpfer gearbeitet hatte, zeigte allerdings Veränderungen an den oberen Schneidezähnen. Ich unterzog ihn aus diesem Grunde einer besonders genauen Untersuchung. Der Befund war folgender:

Die Kronenlänge der Zähne 21/12 war geringer geworden. Die oberen Schneidezähne erschienen verkürzt. Ihre frühere Schneide war zu einer Schlifffläche geworden, die von vorn nach hinten oben verlief, also die typische als Anfangswirkung anorganischer Säuredämpfe bekannte Formveränderung aufwies. Innerhalb dieser Schlifffläche war das Dentin deutlich sichtbar und ließ sich mit der Sonde ritzen. Die Ecken der jetzigen Schneidefläche waren abgerundet. Das Alter des Arbeiters betrug 25 Jahre. Eine Störung der Kaufunktion war noch nicht eingetreten, da noch immer ein Deckbiß im Schneidezahngebiet vorhanden war. Schädigungen in

approximalen Zahnpartien wurden nicht festgestellt. Die Kontaktpunkte waren noch vorhanden. Der Schmelz hatte, wie ich nach Trockenlegen mit Warmluftbläser und Alkohol feststellte, seinen Glanz nicht verloren. Ebenfalls zeigte der Zahn keine Verfärbungen. Der Arbeiter gab an, keine Schmerzen und auch keine Empfindlichkeit bei Temperaturunterschieden bemerkt zu haben.

Wie aus dieser Untersuchung ersichtlich, ist eine Schädigung am Säuredämpfer prinzipiell möglich. Die Möglichkeit schwererer Defekte nach jahrzentelanger Arbeit halte ich durchaus für gegeben. Außerdem sei noch erwähnt, daß mich der Betriebschemiker darauf aufmerksam machte, daß neben dem gebräuchlichen Entwicklungsverfahren im Dämpfer andere Firmen nach der Naßentwicklungsmethode arbeiten. Hierbei wird die bedruckte und getrocknete Ware breit durch ein kochendheißes Bad geführt, welches

20 ccm Essigsäure 50 %
5 ccm Ameisensäure 85 % und
25 g kristallisiertes Glaubersalz

pro Liter enthält. Ob bei diesen Verfahren Zahnschädigungen bei jahrzehntelang in diesen Räumen arbeitenden Angestellten auftreten, müßten weitere Untersuchungen zeigen. Vermutlich dürften die Zahnschädigungen relativ gering bleiben, da bei allen Verfahren eine Wasserstoffionenkonzentration von 4 nicht überschritten wird und, wie bereits früher erwähnt, dieser p_H-Wert die Grenze darstellt, an der eine Entkalkung der harten Zahnsubstanzen eingeleitet wird.

Nach dem Eindruck, den ich bei meinen Untersuchungen gewann, kann man bei derart geringfügigen Zahnschäden, die nicht einmal von den Arbeitern bemerkt wurden, kaum von einer Berufskrankheit sprechen, da weder eine Störung der Kaufunktion noch Beschwerden

irgendwelcher Art aufgetreten waren.

Schäden durch Wein-und Zitronensäurestaub

Über Zahnerosionen durch Weinsäurestaub berichten E l s b u r y, B r o w n e und B o y e s. Es handelte sich um Arbeiterinnen, die bei der Abfüllung eines Pulvers - vermutlich Brausepulver - in einer Atmosphäre mit einem Staubgehalt von 15 mg/m^3 arbeiteten. Der Staub hatte im Mittel folgende Zusammensetzung:

Freie Weinsäure	7,7 %
Gebundene Weinsäure	22,5 %
Natriumbicarbonat	16,5 %
Magnesiumsulfat (wasserhaltig)	37,2 %
Rohrzucker	14,3 %
Unlöslicher Rückstand	9,5 %

Der Gehalt an freier Weinsäure betrug also ungefähr 1,1 mg/m^3. Im Laufe von 6 Monaten entstanden Erosionen, die von den englischen Autoren auf freie Weinsäure des Staubes bezogen werden. Wir müssen aber darauf aufmerksam machen, daß eine Beteiligung von Rohrzucker bzw. daraus gebildeter Gärungssäuren unter den hier vorliegenden Umständen nicht ausgeschlossen erscheint (vgl. weiter unten Abschnitt über Zahnschädigungen durch Gärungssäuren). Eine Betriebsuntersuchung hatte das aus Tabelle II ersichtliche Ergebnis.Drei der Arbeiterinnen trugen Totalprothesen. Bei einer Nachuntersuchung nach 22 Monaten waren bei 4 Arbeiterinnen die Zahnschäden durchweg weiter fortgeschritten.

Tabelle II

Zahnerosionen und Beschäftigungsdauer
(nach E l s b u r y, B r o w n e
und B o y e s)

Zahnbefund	Zahl der Arbeiterinnen	Beschäftigungsdauer Jahre	Durchschnitt Jahre
normal	1	0,5	0,5
erodierte Kontur	3	0,5;1;1	0,8
Kontur u."Outline" erodiert	6	1;2;2;3;5;5	3
Partieller oder totaler Ersatz	5	3;5;5;6;11	6

Die Erosionen umfaßten alle Stadien von Frühschäden mit rauher Oberfläche über solche mit flachen und facettierten Herden bis zum Verschwinden des Schmelzes und der Verfärbung des dann freiliegenden Dentins. Bei fortgeschritteneren Fällen war die Zahnschneide zerstört und die normale Form der Zähne verlorengegangen. Makroskopisch waren die Veränderungen nach rund halbjähriger Arbeit erkennbar, doch wurde das Rauhwerden der Zähne schon nach rund 3 Monaten empfunden. Von 16 Arbeiterinnen, die in einem nicht mit dem Staub erfüllten Teil derselben Fabrik tätig waren, zeigte keine einzige derartige Zahnschäden, nur 2 trugen partielle Prothesen und eine Totalprothese.

Die Autoren erwähnen, daß in den betreffenden Betrieb aus technischen Gründen keine totale Staubab-

saugung möglich war, daß aber andererseits die Arbeiterinnen die ihnen zur Verfügung gestellten Atemschützer nicht benutzten.

Ähnliche Veränderungen wurden, wie aus Unterlagen der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Fremdenverkehr Mannheim ersichtlich, bei 2 Arbeiterinnen einer Nährmittel-und Zuckerwarenfabrik, die an einer Abfüllmaschine für Zitronensäurepulver beschäftigt waren, beobachtet. Bei beiden Angestellten wurde bei 1/1 starke Schmerzhaftigkeit und Verlust des Schmelzes nach einer Arbeitsdauer von ungefähr einem Monat festgestellt. Der untersuchende Zahnarzt führte die Schädigungen auf die Einwirkung der Zitronensäure zurück und bemerkt, daß eine der Arbeiterinnen bis zum Arbeitsantritt an der Abfüllmaschine zur Anfertigung einer Brücke in Behandlung gewesen sei und zu dieser Zeit keine Veränderungen am Schmelz beobachtet wären.

Prinzipiell halten sowohl der Staatl. Gewerbearzt wie die Berufsgenossenschaft Zahnschädigungen durch Säurestaub in der eben geschilderten Weise für möglich.

Zur Frage der Zahnschädigungen durch direkte Säureeinwirkung bei der Herstellung von Fruchtsaftgetränken und Marmeladen.

Bei der Herstellung von Fruchtsaftgetränken geht man entweder von Essenzen oder von Fruchtsaftkonzentraten aus. Die Gewinnung der Fruchtsäfte erfolgt durch einfaches Pressen der Früchte, während die Essenzen durch Abdestillieren gewonnene Auszüge darstellen, die die wirksamen Bestandteile der Naturprodukte enthalten. Diese aus den Früchten gewonnenen Grundstoffe haben meistens einen p_H-Wert von 2 - 3, werden aber sofort nach ihrer Herstellung in großen Tonbottichen aufge-

fangen, die mit Deckeln, die Filzdichtungen haben, verschlossen sind, um einen Aromaverlust zu vermeiden. Der gesamte weitere Verarbeitungsprozeß verläuft in einem geschlossenen Röhrensystem, so daß an keiner Stelle irgend ein Obst-oder Säuregeruch vorhanden ist und somit eine Schädigung in Form einer Säurenekrose überhaupt nicht auftreten kann, was sich bei meiner Untersuchung von Angehörigen eines derartigen Betriebes bestätigte.

Auch P f a r r, der die Verhältnisse in einer Marmeladenfabrik untersuchte, und M ü h l l e i b, der nach Zahnschädigungen in einer Bonbonfabrik suchte, erwähnen keine Beobachtungen, die auf Schädigungen durch direkte Einwirkung von Fruchtsäuren schließen lassen.

B. Zahnschädigungen durch sekundär bei Zersetzung der Nahrungsmittel entstehende organische Säuren

Während sich bei direkter Einwirkung organischer Säuren das Bild der Säurenekrose zeigt, treten die Zahnschädigungen durch Gärungssäuren, die sich bei der fermentativen Zersetzung der Nahrungsmittel sekundär in der Mundhöhle bilden, in Form der Karies auf.

Aus der Fülle der sich widersprechenden Theorien über die Entstehung der Karies hat die von M i l l e r entwickelte, die die Karies als chemisch-parasitären Prozeß darstellt, obwohl stark umstritten, die meisten Anhänger. Es war naheliegend, die Zerstörung der Zahnhartsubstanzen mit der Wirkung von Säuren zu erklären. Nach M i l l e r wird der Zahnschmelz zunächst von den Gärungssäuren, die in den Plaques an den Retentionsstellen der Zähne entstehen, entkalkt und schließlich mit Hilfe der Mundbakterien völlig zerstört. Die während des aeroben und anaeroben Abbaues der Nahrungsmittel

als Zwischen-und Endprodukte auftretenden Säuren zeigen nach ihrem Wirkungsgrad nach H e c k n e b y folgende Reihenfolge: Brenztraubensäure, Milchsäure, Glykolsäure, Zitronensäure, Apfelsäure, Zuckersäure und Essigsäure. Bei der Entstehung der Karies sind die Form und Lage der Retentionsstellen, die Stoffe aus dem Speichel, wie Mucin, Eiweiß und Zellreste, die Speisereste und schließlich der Einfluß von Bakterien von Wichtigkeit. Davon sind wohl die Speisereste besonders herauszuheben, da ja zunächst überhaupt Produkte vorhanden sein müssen, die vergärbar sind.

Die Bedeutung Der Kohlenhydrate bei der Entstehung der Karies

Von den drei für die Ernährung in Frage kommenden Stoffklassen Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate werden Fett und Eiweiß in der Mundhöhle nicht so weit verdaut, daß, Stoffe entstehen, die die Zahnhartsubstanzen schädigen. Deshalb dürften wohl nur die Kohlenhydrate bei der Zahnzerstörung eine Rolle spielen. Sie stellen den Hauptteil der menschlichen Nahrung dar und lassen sich in drei Gruppen einteilen, nämlich Zellulose, Stärke und Zucker. Da die Zellulose für den Menschen unverdaulich ist, ja sogar es dem Organismus häufig nicht gelingt, aus den zellulose-umschlossenen Pflanzenzellen Zucker, Fette und Eiweißstoffe in Freiheit zu setzen, bleibt sie ohne Einfluß auf die Zahnhartsubstanzen.

Völlig anders liegen nun die Dinge bei der Verdauung von Stärke und Zucker. Diese werden auf dem Wege vom Mund zum Darm in kleine für den Organismus resorbierbare Moleküle umgewandelt. Durch die chemische Wirkung des Speichels tritt nach Einbringen der Speisen in die Mundhöhle ein fermentativer Prozeß ein, der an das kohlenhydratspaltende Ferment Ptyalin gebunden ist. Er bewirkt eine hydrolytische Aufspaltung tierischer und pflanzlicher Stärke zu Dextrinen und Maltose und kann sich bei längerem

Verweilen der Speisen in der Mundhöhle durch die Wirkung eines weiteren Fermentes der Maltase in einer Spaltung der Maltose zu Glukose fortsetzen. Nach W o h i n z befindet sich unter den Umwandlungsprodukten von der Stärke bis zur Glukose kein Körper, der selbst schädigend auf dem Schmelz einwirkt. Die Bildung schädlicher Produkte kommt erst beim weiteren Abbau des im Munde in den Interdentalräumen und am Schmelz haftenden Zuckers zustande. Die Disaccharide Maltose, Milchzucker und Rohrzucker verhalten sich dem Speichel gegenüber verschieden. Die zur Spaltung der beiden erstgenannten erforderlichen Fermente Maltase und Lactase sind im Speichel vorhanden.

Anders steht es mit dem Wirkstoff, der den Rohrzucker hydrolysiert: Saccharase oder Invertase ist in der Mundhöhle nicht vorhanden. Zahlreiche Versuche von W o h i n z ergaben, daß der gewöhnliche Gebrauchszucker, gleichgültig in welcher Form man ihn mit Speichel mischt, ob als Kandis-, Würfel-, Streu-oder Puderzucker, in vitro den Zahnschmelz nicht angreift. Ein so häufig als zahnschädigend hingestelltes Nahrungsmittel ist also gar nicht zahnschädigend. Der Grund hierfür dürfte in dem Fehlen von Invertase im normalen Speichel zu finden sein. Setzt man den kohlenhydrathaltigen Speisen jedoch Hefe hinzu, die stets Invertase sowie den gesamten Enzymkomplex enthält, der alkoholische Gärung verursacht, so kommt es an den Plaques zu einem schnellen Abbau der Kohlenhydrate und zur alkoholischen Gärung, deren Zwischenprodukte, insbesondere die Brenztraubensäure, in Verbindung mit den Bakterien zu einer rapiden Zerstörung der Zahnhartsubstanzen führen.

Wenn durch den Speichel auch nur die bisher genannten Aufspaltungen bewirkt werden, so darf nach W a n n e m a c h e r nicht angenommen werden, daß die Zerlegung der Kohlenhydrate in der Mundhöhle nur bis zur Glukose

erfolgt; bei den so häufig sich bildenden Belägen, die über viele Stunden und Tage in der Mundhöhle verbleiben, treten zu den primären Fermenten Bakterien verschiedenster Art und auch arteigene zellige Elemente hinzu, denen fermentative Einflüsse zugewiesen werden müssen, so daß auch der weitere Abbau der Kohlenhydrate möglich erscheint.

M ü h l l e i b geht sogar soweit, daß er in den abgebauten Kohlenhydraten nur die Nährstoffe für säurebildende Bakterien sieht. Nach seiner Meinung bedingt die oberflächliche Bakterienschicht eine Quellung des Schmelzoberhäutchens. Ist der Schmelz erreicht, beginnt sofort die oberflächliche Entkalkung. Hierbei dringen die Bakterien in die Kittsubstanz der Schmelzlamellen ein, die reichhaltiger an organischen Substanzen sind und somit der Entkalkung weniger Widerstand leisten. Zu den säurebildenden Bakterien gehören vor allen Dingen die Fusobakterien und Streptokokken, die in Symbiose leben und ihre Nahrung aus den abgebauten Kohlenhydraten entnehmen. Beim weiteren Vordringen der Bakterien bleiben die Fusobakterien zurück, und lediglich die Streptokokken, im Verein mit den sich durch besonders hohe Säurewerte auszeichnenden Acidobakterien, bewirken die Entkalkung. Entkalkung und Auflösung der organischen Substanz gehen im Munde zu gleicher Zeit vor sich. Die Nahrung der Säurebakterien setzt sich in den tieferen Schichten teils aus dem dort befindlichen Material und teils aus den abgebauten Kohlenhydraten zusammen, die durch den Speichel in den eigentlichen kariösen Herd diffundieren.

Weitere Untersuchungen von W o h i n z an Backwaren ergaben folgendes Bild: Es kam nicht so sehr auf die Art des Kohlenhydrates an, sondern vielmehr auf die Art der Zubereitung. Der Ablauf der chemischen Reaktion wandte sich je nach der Art der Zubereitung der einen oder der anderen Art von Gärungserregern zu. Waren die Kohlenhydrate in der Wärme zubereitet worden, und zwar mit Säureteig oder Backpulver, also ohne Hefe, oder aber

reagierten sie bei Anwesenheit von Hefe sauer, so trat eine milchsaure Gärung ein, die den Schmelz langsam in 4 - 8 Tagen angriff. Mit Hefe verarbeitete gekochte oder gebackene Nahrungsmittel dagegen, die neutral reagierten, führten zu der alkoholischen Gärung, die den Zahnschmelz schnell kreidig verfärbte und zerstörte. Bei Zusatz von Milchsäure ließ sich, wie weitere Untersuchungen von W o h i n z ergaben, die stark zerstörende alkoholische Gärung in die milchsaure Gärung überführen. Hieraus ist also ersichtlich, daß die so oft als schädigend hervorgehobene milchsaure Gärung vielleicht viel weniger schädlich ist, auf jeden Fall aber die verheerende Wirkung der alkoholischen Gärung aufheben kann. Weitere Versuche, die mit rohem Mehl gemacht wurden, weil Müller und Bäcker dieses ständig als Staub auf ihren Zähnen tragen, führten ebenfalls zu der milchsauren Gärung. Man kann also sagen, daß die stärksten Zahnschädigungen bei Vorhandensein von Hefe möglich sind.

W o h i n z untersuchte die Wirkung von Hefegebäck auf die harten Zahnsubstanzen, da er annahm, daß bei dem Backprozeß ein Teil des Enzymkomplexes der zugesetzten Hefe durch die Hitze zerstört würde. Es wurde Hefe mit Wasser angerührt und 5 Minuten lang auf 90°C erhitzt. Dieser gekochte Hefesaft vergärt, wie die Ergebnisse zeigten, 2 % Maltoselösung, ebenfalls der von den festen Bestandteilen vorsichtig abgegossene Saft. Wird dieser Saft aber durch ein feinporiges Glasfrittenfilter gegeben, so vergärt er die Maltoselösung nicht mehr. Weiter wurde beobachtet, daß die Gärung nicht sofort, wie bei frischer Hefe, einsetzte, sondern erst nach Stunden, und daß sie ihr Optimum nach 5 Tagen erreichte. Erstaunlicherweise wird dieses Optimum beim Zusatz von Speichel zu der Hefekochsaft-Maltoselösung schon nach 2 Tagen erreicht. Der Speichel beschleunigt also den Gärungsvorgang wesentlich, was Wohinz mit den im Speichel vorhandenen

Fermenten und Bakterien erklärt. Nach seiner Meinung dürften noch keimfähige, gärungskräftige Sporen im Hefegebäck vorhanden sein, die nach dem Durchmischen mit Speichel auskeimen und so den Brotspeichelbrei in alkoholische Gärung versetzen, die dann unter den Plaques ihr zahnzerstörendes Werk beginnen kann.

An dieser Stelle seien noch einmal die Reaktionen und Ergebnisse zusammengefaßt. Bei der entstehenden Karies spielen die Säuren eine wesentliche Rolle, da sie die Zahnhartsubstanzen entkalken und für den weiteren Angriff der Bakterien vorbereiten. Die decalcifizierenden Säuren entstehen unter den Plaques an den Retentionsstellen der Zähne hauptsächlich durch alkoholische Gärung der hier haftenden Speisereste. Von den für die Ernährung in Frage kommenden Stoffklassen Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate spielen nur die letztgenannten bei der Zahnzerstörung eine Rolle, da Fette und Eiweiß in der Mundhöhle keinem Abbau unterliegen. Bei den Kohlenhydraten fällt die Zellulose als zahnschädigend weg, da sie im menschlichen Körper überhaupt nicht verdaut wird. Die Stärke wird durch die im Speichel vorhandenen Fermente Ptyalin und Maltase bis zur Glukose aufgespalten. Unter den hier auftretenden Zwischenprodukten befindet sich ebenfalls kein zahnzerstörendes Element. So können Säuren erst durch weiteren Abbau des im Munde an den Zahnzwischenräumen und am Schmelz haftenden Zuckers entstehen. Da aber in der Mundhöhle das den Gebrauchszucker spaltende Ferment Invertase nicht vorhanden ist, kann es erst zu zahnschädigenden Wirkungen kommen, wenn den Nahrungsmitteln Hefe zugesetzt wird, die Invertase sowie den gesamten Enzymkomplex enthält, der die alkoholische Gärung verursacht. Der reine Gebrauchszucker greift in Mischung mit dem Speichel in vitro den Zahnschmelz nicht an. Ein Abbau des Gebrauchszuckers in der Mundhöhle ist aber durch fermentative Wirkung von Bakterien möglich. Backwaren führen, wenn sie mit Backpulver oder Sauerteig zubereitet waren oder bei

Zusatz von Hefe sauer reagieren, zu der langsamen milchsauren Gärung, die den Schmelz innerhalb von 4 - 8 Tagen angreift. Neutrales Hefegebäck entkalkt innerhalb kurzer Zeit durch die bei der alkoholischen Gärung auftretenden Zwischenprodukte, insbesondere Brenztraubensäure.

Versuche an extrahierten Zähnen mit Dropslösungen und Schokolade

Es fragt sich nun: Wie verhalten sich Gemische von Kohlenhydraten mit Fruchtsäuren, wie sie ja in der Bonbon-oder Marmeladenindustrie vorkommen, oder mit Kakao, den Zahnsubstanzen gegenüber? M ü l l e r prüfte die Wirkung der sogenannten Drops auf die Zähne. Frisch extrahierte, vitale und vollkommen gesunde Zähne wurden nach Reinigung im fließenden Wasser mit einer dünnen Paraffinschicht überzogen unter Freilassung eines 4 mm^2 großen Fensters an der labialen Schmelzseite. An die so präparierten Zähne wurde ein feiner Faden angebracht, an dem sie frei in die Versuchslösung getaucht wurden. Die Versuche wurden mit gesättigten Dropslösungen unternommen. In 20 ccm Wasser lösten sich 12 g Drops. Da bei den handelsüblichen Konsumdrops auf 100 kg Zucker 1600 g Wein-bzw. Zitronensäure zugesetzt werden, enthielt die Lösung 0,2 g Weinsäure. In einer ersten Versuchsreihe ließ man Lösungen mit und ohne Speichelzusatz auf die Zähne einwirken. Nach 24 Stunden hatte in beiden Fällen der Schmelz seinen spiegelnden Glanz verloren und nach 36 Stunden war starke Aufrauhung der Zahnsubstanzen eingetreten. In einer zweiten Versuchsreihe sollten annähernd physiologische Bedingungen geschaffen werden. Drops wurden im Munde gelutscht, nach ihrer Auflösung der dabei entstandene Speichel in einen Meßzylinder gegeben; mit dieser Flüssigkeit wurden die extrahierten Zähne geprüft. Nach 12 Stunden waren schon deletäre Ver-

änderungen am Schmelz zu entdecken, die sich bei längerer Versuchsdauer verstärkten. Es zeigte sich also, daß die Drops selbst unter diesen Bedingungen deletäre Veränderungen an den Zähnen hervorriefen. Leider geht M ü l l e r nicht auf die Frage ein, ob die Zahnschäden durch Gärungssäuren oder durch die in den Lösungen vorhandenen Fruchtsäuren entstanden sind. Wesentlich ist aber, daß Zucker-Fruchtsäuregemische die Zahnsubstanz überhaupt angreifen.

Auf einer ähnlichen Ebene liegen Versuche von F r a n k mit Schokolade. Hierbei ergab sich wieder die Frage, ob der Schmelz eines Zahnes in Schokoladenspeichelgemisch in vitro bei 37°C verändert wird. Nach gründlicher Reinigung mit Zahnbürste, Zahnputzmittel und Mundwasser wurde zur Vervollständigung der Reinigung und, um die Reste des Putzmittels zu beseitigen, ein Stück Schokolade gegessen, darauf ein zweites Stück gekaut und dieser Schokoladenspeichelbrei zusammen mit einem mit Wachs überzogenen Zahn, an dem eine einwandfreie riß-und sprungfreie Schmelzstelle freigelassen worden war, in ein steriles Gläschen gebracht und für einige Tage in den Brutschrank gesetzt. Es wurden 30 verschiedene Tafeln zu 100 g verschiedener Herkunft untersucht. Besonderer Wert wurde auf die Untersuchung und den Vergleich von bitteren und Milchschokoladen gleicher Firmen gelegt. Dabei ergab sich mit ganz wenigen Ausnahmen immer das gleiche Bild. Bei bitteren Schokoladen fand man gewöhnlich nach spätestens drei Tagen einen sehr deutlichen Angriff auf den Schmelz, während bei den Milchschokoladen fast jegliche Reaktion ausblieb. Es ließ sich feststellen, daß im Bitterschokoladen-Speichelgemisch eine ziemlich stürmische Gärung eintrat, welche ein Gärröhrchen innerhalb von 2 Tagen gewöhnlich mit CO_2 füllte. Die Tatsache, daß nach 24 Stunden sich erst 2 ccm CO_2 gebildet hatten, fand durch die Annahme eine Erklärung, daß die Hefesporen der Kakaohefe erst auskeimen mußten. Bei den Milchschoko-

laden kam es dagegen zur milchsauren Gärung, die ja, wie schon berichtet, die alkoholische Gärung hemmt; stets ließ sich die Milchsäure deutlich nachweisen. Bei den bitteren Schokoladen dagegen trat häufig eine deutliche Aromabildung auf, welche häufig mit unverkennbarem Hefegeruch verbunden war. Der eindeutigste Beweis dafür, daß es bei den bitteren Schokoladen zur Hefegärung kommt, wurde dadurch erbracht, daß durch mikrophotographische Aufnahmen Hefezellen nachgewiesen wurden. Hierbei ist anzunehmen, daß es sich um die spezifische Kakaohefe handelt, denn in Fachkreisen ist bekannt, daß in den den Kakaobestandteilen anhaftenden Resten von Fruchtmus Hefesporen enthalten sind. Außerdem gelangen auch durch den auf dem normalen Fabrikationswege zugesetzten Kakaogrus bereits kleine Schalenteilchen direkt in die Kakaomasse.

In weiteren Untersuchungen prüfte Frank, ob die alkoholische Gärung bei den bitteren Schokoladen vom Zucker oder von der Kakaostärke abhängig ist. Es ergab sich, daß die Gegenwart von Rohrzucker zur Gärung von Kakao nicht erforderlich ist. So kann geschlossen werden, daß für die alkoholische Gärung vor allen Dingen die Kakao-Stärke der nötige Ausgangsstoff ist. Dennoch müssen noch weitere Voraussetzungen unbedingt gegeben sein, um eine alkoholische Gärung aufkommen zu lassen, denn trotz der verschiedensten Versuchsanordnungen wurde von F r a n k in keinem Falle bei Versetzung mit Wasser eine alkoholische Gärung hervorgerufen. Der Speichel scheint für das Wachstum der Kakaostoffe besonders günstige Eigenschaften zu besitzen.

Man kann zusammenfassend sagen: Milchschokoladen rufen in vitro kaum Zahnschädigungen hervor und sind daher zweifellos unschädlicher als die bitteren Schokoladen, die bei Zusatz von Speichel in alkoholische Gärung übergehen. Bei der milchsauren Gärung der Milchschoko-

lade wird ein p_H-Wert von 3,8 erreicht. Die entstehenden Gärungssäuren greifen den Schmelz gewöhnlich erst nach 5 Tagen an. Bei der alkoholischen Gärung der Bitterschokolade dagegen beträgt der p_H-Wert 3,2 und eine Schädigung der Zahnsubstanzen zeigt sich schon nach einem Tage. Am dritten Tage ist der Zahn deutlich angegriffen. Der Schmelz ist stumpf, rauh und kreidig verfärbt. Dieses differente Verhalten der beiden Schokoladenarten ist dadurch zu erklären, daß die Salze der Milchschokolade puffernd wirken, wobei das in ihr vorhandene Dicalciumphosphat eine Schutzbarriere für den Zahn errichtet. Das wird dadurch bestätigt, daß sich bei Zusatz von 2 % $CaHPO_4$ zu bitteren Schokoladen eine alkoholische Gärung verhindern ließ.

Klinische Beobachtungen bei erhöhter Kohlenhydratkost

Diese Versuche wurden in vivo bestätigt, am ausgedehntesten in Schweden. Durch fortlaufende, langdauernde Beobachtungen an einem möglichst großen, gut kontrollierbaren Personenkreis sollte die Abhängigkeit des Gebißzustandes von der Ernährung, insbesondere dem Kohlenhydratanteil, festgestellt werden. Das geschah in dem Krankenhaus Vipeholm, einer Anstalt für Geistesschwache aller Grade. Die leitenden Zahnärzte dieser Anstalt hatten es sich zur Aufgabe gemacht, durch einwandfreie Verfahren zu unangreifbaren Ergebnissen zu gelangen und waren sich darüber im klaren, daß der Weg dahin nur in jahrelang durchgeführten Untersuchungen am Menschen selbst führen konnte.

Nach ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Abteilungen des Krankenhauses wurden die Patienten in Gruppen zusammengefaßt und durch besondere Kost darauf geprüft, ob eine Erhöhung der Kohlenhydratmenge bei sonst gleichen Bedingungen eine Zunahme der Kariesfrequenz mit sich

brachte und ob durch eine Senkung der Kohlenhydratmenge eine Abnahme der Karies bewirkt wurde. Die Aufstellung der Gruppen mit ihren jeweiligen Kostzulagen während der beiden Versuchsperioden von je zwei Jahren war nach L a z a r u s folgende:

(I. - erste Versuchsperiode 1945 - 47, II. - zweite Versuchsperiode 1947 - 51)

1. Kontroll-(Vergleichs)Gruppen: (60 Pat.) Keine Kohlenhydrat-Zulagen, Fett als Kalorienausgleich.

2. Saccharosegruppe (57 Pat.):

   I. 300 g Saccharoselösung
   II. 75 g Saccharoselösung + Vitamin B_1 u. B_2, Nikotinsäure u. Fett

3. Brotgruppe (83 Pat.): Frisches Brot 345 g zuckerhaltig, wie in Schweden vielfach üblich, klebriger als altgebackenes.

4. Schokoladengruppe (47 Pat.):

   I. Gelöste Saccharose + Vitamine usw. wie bei 2
   II. Milchschokolade 65 g in 4 Portionen zwischen den Mahlzeiten

5. Kolagruppe (62 Pat.) (Kola-Rahmbonbon)

   I. Im ersten Jahr altgebackenes Brot bei einer Mahlzeit,
   im zweiten Jahr 155 g (22 Stck.) Kola zwischen den Mahlzeiten und 200 g Saccharose, 3 Vitamine usw. wie bei 2

   II. Im ersten Jahr 155 g Kola zwischen den Mahlzeiten. Grundkost um 10 % vermindert, im zweiten Jahr keine Kohlenhydratzulagen mehr, Kalorienausgleich 40 g Fett.

6. Toffeegruppe (40 Pat.)

I. Im ersten Jahr keine Kohlenhydratzulage, Kalorienausgleich durch 150 g Fett, 3 Vitamine usw. wie bei 2; im zweiten Jahr 8 Stück Toffees zwischen den Mahlzeiten + 250 g gelöste Saccharose + Vitamine wie bei 2.

II. 8 Stück Toffes in 4 Portionen zwischen den Mahlzeiten + 25 g Saccharose gelöst.

7. Toffeegruppe (87 Pat.)

I. 24 Stück Toffees zwischen den Mahlzeiten, 125 g gelöste Saccharose + Vitamine wie bei 2,

II. keine Kohlenhydratzulage, zum Kalorienausgleich 40 g Fett.

Die Zusätze wurden neben der Grundkost gegeben. In den 6 1/2 Jahren erfolgten fortlaufend Gebißuntersuchungen mit eingehender Registrierung der Befunde, die, da sie unter besonders guten Bedingungen ausgeführt wurden, eine fast lückenlose Aufzeichnung ergeben mußten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind sehr vorsichtig formuliert. Sie seien, da sie für die vorliegende Arbeit am wichtigsten sind, wörtlich wiedergegeben:

1. Zuckerkonsum kann eine Erhöhung der Kariesaktivität bewirken.

2. Die Gefahr solcher Erhöhung ist groß, wenn der Zucker in stark haftender Form genommen wird,

3. am größten, wenn er zwischen den Mahlzeiten und in einer Bereitung mit hoher Tendenz zum Haften an den Zahnflächen sowie hoher Konzentration genommen wird.

4. Es bestehen sehr große individuelle Unterschiede in der Zunahme der Kohlenhydrataktivität bei den Menschen.

5. Erhöht sich die Kohlenhydrataktivität infolge der Wirkung zuckerhaltiger Nahrung, die in kariesdisponierender Form gegeben wird, so verschwindet diese Erhöhung, wenn die Zubereitung nicht mehr zur Anwendung kommt.

6. Schränkt man den Zuckerkonsum so ein, daß raffinierter Zucker nicht mehr zugeführt, die von Natur vorhandene Zuckermenge so gering wie möglich und die gesamte Kohlenhydratmenge stark herabgesetzt wird, so kann immer noch Karies entstehen.

7. Bei den Personen dieser Untersuchung, die gewöhnliche Kost mit einer dem schwedischen Haushaltungsverbrauch entsprechenden und bei der Essensbereitung zugesetzten Zuckermenge erhielten, war die Kariesaktivität niedrig;

8. auch wenn unter sonst gleichen Verhältnissen die Hälfte des Zuckers in Lösung und bei den Mahlzeiten verabreicht wurde, bestand niedrige Kariesaktivität.

9. Ausgeprägte Steigerung der Kariesaktivität trat auf, wenn der Zucker z. T. in der Nahrung enthalten, z. T. zwischen den Mahlzeiten in einer stark an den Zähnen haftenden Form und bisweilen hoher Konzentration gegeben wurde;

10. Die Vergrößerung bereits bestehender Kavitäten geht nicht mit dem Auftreten neuer kariösen Defekte einher.

Der Ursachenkomplex der Karies.

Wie aus den bisherigen Ausführungen ersichtlich ist, können die Kohlenhydrate in ihrer verschiedenen Form und in den verschiedensten Verbindungen durch Bildung von Gärungssäuren Zahnschädigungen hervorrufen. Da aber für die Entstehung einer Karies zahlreiche Faktoren von Wichtigkeit sind, seien diese ursächlichen Zusammenhänge kurz zusammengestellt.

Man muß disponierende von auslösenden Faktoren unterscheiden. Zu den disponierenden gehört nach W a n n e - m a c h e r zunächst die Beschaffenheit des Schmelzes, der ja einen Einfluß auf die Kariesanfälligkeit haben muß. Man kann annehmen, daß ein gut verkalkter Schmelz einem Kariesangriff besser Widerstand leistet als ein schlecht verkalkter. Neben diesen Strukturschwankungen spielen die häufig auftretenden Strukturfehler eine Rolle, die unter dem Begriff der Hypoplasien bekannt sind. Da aber die Mineralisation des Zahnes hauptsächlich in der Entwicklungsperiode bestimmt wird und daher abhängig von konstitutionellen Momenten und Stoffwechselfaktoren ist, bestehen die verschiedensten Verkalkungsgrade an den menschlichen Zähnen. Von weiterer Bedeutung sind die Form und die Stellung des Zahnes. Ein Zahn mit tiefgehenden Fissuren und Grübchen gibt den Speiseresten bessere Haftmöglichkeiten als ein flachausgebildeter. Die Stellung des Zahnes und die damit verbundene Art der Interdentalräume, die eng sein und gute Haftmomente bilden können, dürften in ihrer Bedeutung auch nicht unterschätzt werden, da an ihnen sich Plaques bilden, die eine Karies auslösen. Schließlich darf die Art des Speichels nicht vergessen werden, der mit seiner Zusammensetzung ebenfalls wichtig für die Entstehung einer Karies ist. So kann die bei manchen Menschen vorhandene Viskosität des Speichels eine Rolle spielen, indem die Zähne zu wenig umspült und dadurch nicht von sämtlichen Speiseresten gesäubert werden. Neben diesen lokalen Einflüssen sind auch noch allgemeine Bedingungen wie Gesundheit, Alter, geographische Lage, Vererbung, Ernährung, körperliche Konstitution und die Wirkung des innersekretorischen Systems von Wichtigkeit. Diese prädisponierenden Faktoren führen dann erst mit den auslösenden Faktoren zur Bildung der Karies. Hierzu sei folgende Übersicht von W a n n e m a c h e r gegeben:

Ursächliche Bedingungen der Karies

I. Disponierende Faktoren:

1. Erbeinfluß	(Konstitution, Hormone)
2. Entwicklung der Zahnhartsubstanzen und des Kauorgans	(Ernährung und Lebensweise, Mineralsalze, Vitamine, Funktion des kindlichen Kauorgans)
3. Struktur der Zahnhartgewebe	
4. Funktion des fertigentwickelten Kauorgans	(Physikalische Beschaffenheit der Nahrung, natürliche Reinigung, Mundatmung)
5. Speichel	(Zusammensetzung und Menge)
6. Art der Nahrung	(Art der Grundstoffe, Kohlenhydratmenge und Form und Zubereitungsart)

II. Auslösende Faktoren:

1. Belagsbildung und Bakterien
2. Mundhygiene

Disponierende + auslösende Faktoren-Karies

Diese Angaben von W a n n e m a c h e r stützen sich bei den auslösenden Faktoren auf die alte M i l l e r s c h e Theorie, die auch heute noch von den meisten Autoren anerkannt wird. Wie aber aus der neuen Literatur ersichtlich, ist das Problem der Kariesentstehung noch immer hart umstritten. Man findet die widersprechensten Ansichten. Das sei erwähnt, um die Schwierigkeiten zu zeigen, die eine Betrachtung der Karies unter dem Gesichtspunkt der Berufskrankheiten bietet.

Es ist anzunehmen, daß Menschen, die infolge ihres Berufes gezwungen sind, sich ständig in kohlenhydrathaltiger Luft aufzuhalten, eine erhöhte Kariesfrequenz aufweisen. Außerdem sei auf die große Gefahr für den Organismus hingewiesen, die entsteht, wenn die Karies in ihrem weiteren Verlauf zur Infektion der Pulpa und schließlich des apikalen Parodontiums führt. Die Wurzelreste und die pulpentoten Zähne zeigen oft periapikale ostitische Prozesse, die, denkt man an die Herdinfektion, nur von einem sehr gesunden Organismus vertragen werden. Magen-und Darmstörungen sind am Ende die Folgen schlecht zerkauter Nahrung und führen zu einer Herabsetzung der Arbeitsleistung. Auf der anderen Seite hat sich die Karies der Zähne zu einer Art Volksseuche entwickelt und ist eine der am häufigsten vorkommenden Krankheiten geworden.

Bei einer Entscheidung über die Frage, wann die Karies als Berufskrankheit zu bewerten ist, ist eine genaue Kenntnis der Materialien notwendig, die von den in Frage kommenden Berufsgruppen verwandt werden. Die verschiedenen gefährdeten Berufsgruppen müssen in Reihenuntersuchungen erfaßt und die bei ihnen auftretende Kariesfrequenz mit der von Gruppen, die sich aus Menschen aller Berufsgruppen zusammensetzen, verglichen werden.

Der Kariesindex.

Der quantitative Ausdruck des Kariesbefalles ist in der Literatur der Kariesindex. Er dient dazu, den Kariesbefall einer Gruppe durch eine einzige Zahl auszudrücken. Bekannt sind:

1. der DMF-Index von K l e i n, P a l m e r und K n u t s o n, das ist die auf 100 Personen gerechnete summierte Zahl der zur Zeit der Bestandsaufnahme

kariösen, bereits durchgebrochen gewesenen, aber infolge Karies extrahierten und gefüllten bleibenden Zähne, wobei ein zugleich kariöser und gefüllter Zahn nur einmal gezählt werden darf.

2. der sogenannte Bodeckerindex, der im bleibenden Gebiß für jeden extrahierten und überkronten Zahn als Pauschalbetrag drei Punkte in Rechnung stellt. Der Index ist die auf 100 Personen fallende Punktzahl.

3. der Entin-Index. Es ist der Quotient aus der Zahl der vorhandenen gesunden und der Zahl der gesamten Zähne, wobei die wegen Karies extrahierten Zähne in der Feststellung der Gesamtzahl mit in Rechnung zu stellen sind. Bei einem kariesfreien Gebiß ist also die Indexzahl 1. Je mehr Zähne kariös gefüllt oder wegen Karies extrahiert sind, um so niedriger wird die Indexzahl.

Da aber in der vorhandenen Literatur, die sich mit Zahnschädigungen befaßt, die durch Gärungssäuren in manchen Berufsgruppen gewerblich erworben werden, jeder Autor sein eigenes Berechnungssystem zur Feststellung der Kariesfrequenz benutzt, seien die Ergebnisse, die in den einzelnen Betrieben durch Reihenuntersuchungen gewonnen wurden, zunächst rein nach der Auffassung des Untersuchenden wiedergegeben. Anschließend soll dann eine Zusammenfassung in Form einer graphischen Darstellung einen charakteristischen Überblick schaffen.

Statistische Erhebungen über Kariesbefall im Konditoren- und Bäckergewerbe

Am bekanntesten von den Zahnschädigungen, die durch Gärungssäuren auftreten, ist die sogenannte Bäcker-oder Konditorkaries. Wie schon erwähnt wurde, treffen bei diesen Berufen die Grundstoffe Mehl, Zucker und Hefe zusammen und führen zu der gefährlichen alkoholischen Gärung. Schon im

Jahre 1886 berichtete H e s s e von Schädigungen in diesen Berufsgruppen. Er war überrascht über den schlechten Zustand der Gebisse der Bäcker, die von der Zahnkaries in einem solchen Maße befallen waren, daß es ihm später möglich war, in vielen Fällen aus dem zerstörten Gebiß den Beruf des Pat. richtig zu erraten. Eine große Anzahl Zähne waren häufig schon so sehr zerstört, daß an ihre Herstellung nicht mehr zu denken war und man kein Urteil darüber fällen konnte, an welcher Stelle die Karies ihren Ausgang genommen hatte.

Grundlegende Untersuchungen wurden dann von K u n e r t gemacht. Er stellte fest, daß diese Berufsschädigung charakteristische Formen zeigt. Sie beginnt am Zahnhals oder, besser gesagt, am Zahnfleischrand. Von hier aus breitet sich die Karies flächenförmig zur Schneidekante hin aus. Vorwiegend werden die Frontzähne befallen, die dem Mehl-und Zuckerstaub am meisten ausgesetzt sind. Nach Zerstörung des Schmelzes verfärbt sich das Dentin bräunlich bis schwarz. Die Ergebnisse der Reihenuntersuchungen von K u n e r t seien hier wiedergegeben:

Tabelle III

Betriebsart	Zahl d. Betriebe	Zahl d. Unters.	Alter	Zahl d. gesamt. Zähne	gesunde Zähne	kariöse Zähne	Flächen karies
Konditoren(1)	17	72	25	2252	885 39,9 %	575 25,4 %	234 40,7 %
Konditoren(2)	-	28	26	876	371 42,4 %	212 24,2 %	77 36,3 %
Feinbäcker		104	26	3220	1118 36,9 %	904 28,1 %	341 37,7 %

K u n e r t errechnete als Durchschnitt seiner um 1901 ausgeführten Untersuchungen 53,2 % kranke Zähne und stellte den Ergebnissen Untersuchungen gegenüber, die P o r t bei Soldaten aus ungefähr denselben Altersstufen machte, wobei deren Kariesfrequenz 26, 7 % im Durchschnitt betrug.

Die Kariesfrequenz der Konditoren und Feinbäcker liegt also in diesem Falle doppelt so hoch wie die einer Gruppe Soldaten.

Aus neuerer Zeit liegen Untersuchungen von L a u b n e r vor, die in Reihenuntersuchungen die professionelle Einwirkung des Zucker-und Mehlstaubes auf die Zähne bei Konditoren und Lebküchlern feststellte. Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle IV

Betriebe	Durchschn. Alter	D.Berufs. Alter	gesunde Zähne	geflt. Zähne	Kariöse Zähne	Zerf. Zähne	fehlende Zähne	Flächenkaries
Konditoren	39	20,9	39,3%	11,5%	2,3%	1,8%	42,8%	2,5%
Lebküchler	41,4	16	31,3%	10,4%	3,4%	1,9%	49,1%	3,9%

Errechnet man den Durchschnitt sämtlicher erkrankten Zähne, so kommt man auf 64,8 %. Diese Prozentzahl stellte L a u b n e r der auf demselben Wege berechneten Kariesanfälligkeit von Fleischern und Maschinenarbeitern gegenüber, die 49,1 % betrug. Die Kariesanfälligkeit liegt also nach diesen Werten bei den Konditoren um 15,7 % höher als bei der Vergleichsgruppe. Nach meiner Meinung ist die Kleinheit dieser Differenz dadurch zu erklären, daß das Durchschnittsalter bei der Vergleichsgruppe höher liegt als bei den Feinbäckern. Außerdem sei auf die stets zunehmende Kariesanfälligkeit in allen Bevölkerungsschichten hingewiesen. In Tabelle V seien noch die Beziehungen der erkrankten Zähne zu den Berufsjahren gezeigt:

Tabelle V

Betriebe	Berufsjahre					
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	über 25
Konditoren	23,2%	36%	60,2%	71,4%	71,4%	87,8%
Lebküchler	42,9%	62,7%	71,1%	73,6%	83,0%	87,8%

Aus den Untersuchungen ist ersichtlich, daß nach einer Berufszeit von 11 - 15 Jahren die schweren Zahnschädigungen vorliegen.

Das bei diesen Berufen gehäufte Auftreten von Karies in der so charakteristischen flächenhaften Form veranlaßte G r a b o w s k y zu untersuchen, inwieweit schon in der Lehrzeit schädigende Einflüsse in der Mundhöhle bemerkbar sind. Er stellte dabei fest, daß von 87 untersuchten 14-jährigen Lehrlingen, die durchweg im ersten Berufsjahr standen, 21 ein gutes und 23 ein schlechtes Gebiß hatten, während die übrigen durchschnittliche Gebisse aufwiesen. Als schlecht wurde das Gebiß eines 14-jährigen bezeichnet, das mehr als sieben Füllungen oder kariöse Stellen aufweist. Bei zwei von den untersuchten Lehrlingen hatte sich bereits die typische Bäckerkaries eingestellt.

Statistische Erhebungen über Kariesbefall in der nur mehlverarbeitenden Industrie.

Während sich die bisher genannten Untersuchungen mit der Bäcker-und Konditorkaries beschäftigten, untersuchte S c h m i t z die Zahnschäden, die in der nur mehlverarbeitenden Industrie entstehen. Hierbei prüfte er kritisch, inwieweit Einflüsse die berufliche Tätigkeit beim Arbeiter der mehlverarbeitenden Nahrungsmittelindustrie erschweren und vermehrte Zahnschäden auftreten lassen und ob sie im versicherungsrechtlichen Sinne als Berufskrankheit gewertet oder behandelt werden können. Er untersuchte von den Belegschaften nur die Arbeiter, deren Zähne durch besonders starke Mehlstaubentwicklung während der Arbeit gefährdet schienen.

Bei den Großbäckereien lagert das Mehl in großen Silos, die vom Mehlboden aus durch Röhrensysteme mit den ein oder mehrere Stockwerke tiefer liegenden Bäckereien verbunden sind. Das Einfüllen des Mehles vom Sack in diese

Silos erfolgt nicht maschinell. Es tritt deswegen eine erhebliche Staubentwicklung beim Ausschütten der Säcke ein, die verstärkt wird durch die ebenfalls auf dem Boden befindlichen Sackklopfmaschinen. In den Bäckereien selbst wird das Mehl mit Hilfe von Auslauftrichtern entnommen und gelangt unmittelbar, nachdem es automatisch abgewogen ist und Preßhefe, Sauerteig, Wasser und Salz hinzugesetzt worden ist, in die Teigknetmaschine. Da alle diese Vorgänge in geschlossenen Bottichen vor sich gehen, kommt es zu keiner Mehlstaubentwicklung. Danach wird das Brot geformt und gebacken.

Bei den kleineren Weißbäckereien erfolgt das Abwiegen, Formen und Wirken des Teiges noch mit der Hand. Hierbei sind die Arbeiter, die an den Wirktischen den Brotteig mit der Hand bearbeiten und formen, besonders gefährdet. Die Luft in diesen Arbeitsräumen enthält in feinster Verteilung Mehlstaub, so daß Arbeitskleidung, Gesicht, Haare, Augenbrauen, Arme und Hände dieser Arbeiter mit Mehl bedeckt sind. Da die Temperatur erhöht ist, schwitzen die Arbeiter und atmen durch den Mund. Der Mehlstaub lagert sich auf der feuchten Mundschleimhaut und an den Retentionsstellen der Zähne ab, und zwar vor allem im Bereich der Frontzähne und des Mundvorhofes, wo man den Mehlstaub als zähen schleimigen Belag antrifft. Ebenfalls zu erwähnen sind die Angestellten der Nährmittelfabriken, die an den Abfüll-und Verpackungsmaschinen arbeiten und dort besonders dem Mehlstaub ausgesetzt sind.

Die genauen Untersuchungen ergaben, daß 27 % aller in solchen Betrieben beschäftigten Arbeiter an Arbeitsstellen stehen, die durch Mehlstaub besonders gefährdet sind.

Man kann also die Arbeiter, die auf den Mehlböden in den Brot-, Nährmittel-und Teigwarenfabriken arbeiten, die Arbeiter in den Weißbäckereien, die an den Wirktischen den Teig kneten und formen, und das Bedienungspersonal an den Abfüll-und Packmaschinen in den Nährmittelfabriken

beruflich an Stellen finden, die die Entstehung einer Karies begünstigen. Die an diesen Stellen beschäftigten Arbeiter untersuchte S c h m i t z. Von jedem Angestellten wurden Beruf, Lebensalter, Arbeitsalter und letzter Zahnarztbesuch erfragt und eine genaue Inspektion des augenblicklichen Zahnstatus vorgenommen, wobei jeder Zahn, an dem eine kariöse Stelle war, in der die Sonde haften blieb, ferner jede Extraktion und jede Überkronung vermerkt wurden. Zur Feststellung von Prozentzahlen wurden sämtliche kariösen Zähne - wobei jede Füllung, Krone und Extraktionslücke als kariös galt - einer Gruppe zusammengezählt und die festgestellte Zahl durch die Anzahl der Untersuchten dividiert. Dadurch ergab sich der Durchschnittswert an kariösen Zähnen für eine Person. Diese so gefundene Zahl wurde dann zu 32 prozentual in Beziehung gebracht. Das so von 234 Arbeitern gefundene Untersuchungsergebnis war folgendes:

Tabelle VI

Lebensalter	15-20	21-25	26-35	36-40	41-45	46-50	über 51
Arbeitsalter	1-5	3-10	5-20	5-30	15-30	18-30	über 15
Prozentzahlen	34	40	61	65	68	84	88

Die Untersuchungen bei 84 weiblichen Angestellten zeigten folgendes Bild:

Tabelle VII

Lebensalter	15-20	21-25	26-35	36-40	41-45	46-50	über 51
Arbeitsalter	1-5	3-10	5-20	5-20	15-20	15-20	über 15
Prozentzahlen	23	46	50	57	61	63	-

Bei beiden Tabellen ist ein kontinuierliches Ansteigen der Kariesfrequenz bei zunehmendem Arbeits-und Lebensalter zu beobachten. Die niedrigeren Prozentzahlen bei den Frauen sind nach Ansicht von S c h m i t z dadurch begründet, daß die Frauen meistens in den Nährmittelfabriken an den

Pack-und Abfüllvorrichtungen beschäftigt sind und durch Abzugsvorrichtungen teilweise vor dem entstehenden Staub geschützt werden. Um eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, untersuchte S c h m i t z eine neutrale Gruppe von 180 Personen aus allen Berufsschichten. Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle VIII

Lebensalter	15-20	21-25	26-35	36-40	41-45	46-50	über 51
Männer	29	32	34	43	45	54	63
Frauen	27	41	44	49	51	57	73

Bei einem Vergleich dieser drei Tabellen kann man feststellen, daß ein Arbeiter in der mehlverarbeitenden Industrie in größerem Umfange an Karies erkrankt als Menschen anderer Berufsgruppen. Im Durchschnitt liegt die Kariesfrequenz beim Arbeiter um 20 % und bei den weiblichen Angestellten um 5 % höher.

Wie aus den Angaben von S c h m i t z ersichtlich ist, liegen die durch milchsaure Gärung entstandenen Zahnschädigungen in der mehlverarbeitenden Industrie fast ebenso hoch wie die Schädigungen bei der Berufsgruppe der Konditoren und Feinbäcker, vor allen Dingen dann, wenn man die Unstimmigkeiten, die bei den neutralen Gruppen auftreten, berücksichtigt. Um aber Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, seien die Ergebnisse anderer Autoren ebenfalls angegeben:

1. Untersuchungen von K u n e r t in Konsumbäckereien, in Brotbäckereien und an Müllern und einzelnen Brotbäckern (1901):

Tabelle IX

Betriebsart	Zahl d. Betriebe	Zahl d. Unters.	Alter	Zahl d. gesamt. Zähne	gesunde Zähne	kariöse Zähne	Flächen-karies
Konsum-bäckereien	110	226	24	8164	4070 50 %	1821 22,3 %	514 28,2 %
Brotbäcker-eien	1	60	40	1920	948 49,4 %	168 8,7 %	16 9,5 %
Brotbäcker	-	67	21	2004	1383 69,1 %	281 14,0 %	25 8,8 %
Müller	6	70	35	2216	1383 62,5 %	214 9,6 %	20 9,3 %

2. Untersuchungen von L a u b n e r an Brotbäckern und Müllern (1952)

Tabelle X

Betriebe	Durchschn. Alter	D.Berufs-alter	gesunde Zähne	geflt. Zähne	kariöse Zähne	Zerfall. Zähne	fehl. Zähne	Flächen-karies
Brot-bäcker	41,4%	23,4%	39,5%	10,7%	3,2%	2,4%	42,2%	1,9%
Müller	43,4%	24,8%	50,7%	9,8%	2,8%	2,6%	33,2%	0,9%

Berechnet man die einzelnen Durchschnittswerte, so stellt sich heraus, daß die Befunde von S c h m i t z mit 62,5 % annähernd denen von L a u b n e r mit 60,5 % gleichkommen. K u n e r t liegt dagegen mit seinen 52,5 % um ungefähr 8 % niedriger. Die Ergebnisse bei den Müllern sind in den Prozentzahlen nicht enthalten, da die Karies bei ihnen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, niedriger liegt. Man kann also, wenn man die letzten Ergebnisse zu den von S c h m i t z gefundenen hinzuzieht, sagen, daß ein Arbeiter in der nur mehlverarbeitenden Industrie eine 15-20 % höhere Kariesanfälligkeit aufweist als Menschen anderer Berufsgruppen.

Statistische Erhebungen über Kariesbefall in der Süßwarenindustrie

Aus dem Gebiet der gleichzeitigen Einwirkung von Kohlenhydraten und Fruchtsäuren, die ja in vitro ebenfalls zu Zahnschädigungen führt, möchte ich die Untersuchungen von P f a r r anführen, der die Angestellten einer Marmeladenfabrik untersuchte. Bei der Marmelade handelt es sich um eine Obsteinkochung unter reichlichem Zuckerzusatz. Das Grundrezept der Mehrfruchtmarmeladen hat etwa folgende Zusammensetzung:

40 kg Mark (entsteht beim Pressen der Früchte durch Siebe)
55 kg Zucker
16-18 kg Pektin.

Der Arbeitsvorgang besteht darin, daß das Obst gewaschen und in Spezialkesseln gedämpft wird. Danach wird es gepreßt, wodurch das Fruchtmark entsteht, welches schließlich unter Zusatz von Zucker und Pektinstoffen zu Marmelade gekocht wird.

Die Untersuchungen von P f a r r, der den Mundstatus der Arbeiter von sechs Marmeladenfabriken ermittelte, wurden unter denselben Bedingungen wie die von S c h m i t z vorgenommen. Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle XI

Lebensalter	15-20	21-30	31-40	41-50	51-60	über 60
MarmeladenAb.	27,9%	39,1%	46,0%	61,5%	82,3%	85,7%
Neutrale Gruppe	22,5%	34,0%	40,5%	57,0%	69,4%	78,1%

Die Prozentzahlen geben den Anteil der erkrankten Zähne an. Bei der Berechnung der Durchschnittswerte zeigt sich, daß ein Marmeladenarbeiter eine um 6,1 % höher liegende Kariesfrequenz aufweist, als die Angehörigen anderer Berufsgruppen.

Etwas anders lagen dagegen die Ergebnisse von Untersuchungen in der Süßwarenindustrie. M ü h l l e i b untersuchte die Belegschaft von drei Bonbonfabriken und zwei Schokoladenfabriken aus dem Raume Köln.

Bei der Bonbonherstellung geht man meistens von Zuckerlösungen aus, denen Geschmackskorrigentien in Form von Wein-oder Zitronensäure zugesetzt werden. Die handelsüblichen Konsumdrops enthalten gewöhnlich auf 100 kg Zucker 1600 g Wein-oder Zitronensäure oder 2400 g einer Mischung aus beiden Säuren. Die Gefährdung der Zähne ist hauptsächlich im Vorhandensein des Zuckers zu suchen. Es ergab sich folgendes Bild:

Tabelle XII

Betriebe	Zahl d. Unters.	gesunde Zähne	gefüllte Zähne	kariöse Zähne	z.Extr.reife Zähne	fehlende Zähne	Insgesamt
Fabrik I	52	1055	49	102	40	210	1456
		72,5%	3,49%	7%	2,8%	14,4%	
Firma II	49	938	55	161	38	180	1372
		68,4%	4,6%	14,8%	2,8%	13,1%	
Firma III	63	1304	118	208	28	106	1764
		73,9%	6,7%	11,8%	1,6%	6%	

Weitere Untersuchungen führte M ü h l l e i b an Angestellten einer Wollfabrik, einer Wäschefabrik und einer Lederfabrik durch:

Tabelle XIII

Betrieb	Zahl d. Unters.	gesunde Zähne	gefüllte Zähne	kariöse Zähne	z.Extr.reife Zähne	fehlende Zähne	Ins-gesamt
Wollfb.	84	1939	131	60	55	167	2352
		82,8%	5,6%	2,6%	2,3%	7,1%	
Wäschefb.	67	1508	152	44	21	151	1876
		80,4%	8,1%	2,3%	1,1%	8,1%	
Lederfb.	170	4063	193	183	84	237	4760
		85,4%	4,1%	3,8%	1,8%	5,0%	
Summe	321	7520	476	287	160	545	8988
		83,7%	5,3%	3,2%	1,8%	6,1%	

Bei einem Vergleich dieser letzten beiden Tabellen und bei der Berechnung der Durchschnittswerte stellt man fest, daß Arbeiter einer Bonbonfabrik eine um 12,1 % höhere Kariesfrequenz aufweisen als Menschen anderer Berufsgruppen.

Die Untersuchungen in den Schokoladenfabriken ergaben noch ungünstigere Werte. Bei der Schokoladenherstellung kommt nämlich - wie schon vorher ausgeführt - zu dem Zucker noch die Kakaostärke und Kakaohefe als zahnschädigendes Moment hinzu.

In den Schokoladenfabriken wird meistens der gelieferte Kakaobruch gemahlen und mit Zucker, Milch, Nüssen und Kakaobutter, je nachdem welche Schokoladenart hergestellt werden soll, gemischt. Die geschmolzenen Gemische werden feingewalzt und zur Schokolade verarbeitet.

M ü h l l e i b berichtet, daß die Zustände der Gebisse bei den Arbeitern in diesen Fabriken verheerend gewesen seien. Meistens hätten gerade die Frontzähne, die ja besonders dem Staub ausgesetzt sind, aus dunkelbraunen bis schwarzen Stümpfen bestanden. Die Ergebnisse seiner Reihenuntersuchungen waren folgende:

Tabelle XIV

Betrieb	Zahl d. Unters.	gesunde Zähne	Gefüllte Zähne	kariöse Zähne	z.Extr.reife Zähne	fehlende Zähne	Insges. Zähne
Firma I	97	1810	143	234	62	467	2716
		68,6 %	4,3 %	8,6 %	2,2 %	17,2 %	
Firma II	465	9356	1113	1118	273	1160	13020
		68,6 %	8,5 %	8,6 %	2,1 %	13,0 %	

Vergleicht man diese Werte mit denen der Angestellten aus der Woll-, Wäsche-und Lederfabrik, so zeigt sich, daß die Berufsgruppe der Schokoladenarbeiter um 16,3 % mehr Karies aufweist.

Erwähnt seien noch die Ergebnisse von A d l e r , B r u s z t und H r a d e c k y , die die Kariesverhältnisse der Arbeiter der Schokoladenfabrik in Szerencs prüften und die Angestellten in drei Gruppen teilten. Die erste Gruppe wurde von jenen Personen gebildet, die in den Jahren 1947-50 in die Fabrik eingetreten waren, die zweite durch jene, deren Eintritt 1940-46 erfolgte, während in der dritten die vor 1940 bereits im Betrieb tätig gewesenen Arbeiter zusammengestellt wurden.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle XV

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Zahl der Untersuchten	75	40	45
Hiervon Frauen	52	26	24
Hiervon Männer	23	14	21
Durchschnittsalter in Jahren	27,2	28,9	42,6
Durchschnittliche Dauer der Beschäftigung im Betrieb in Jahren	1,5	7,1	20,3
Zahl der erkrankten Zähne in Prozenten	30,1 %	31,7 %	48,7 %

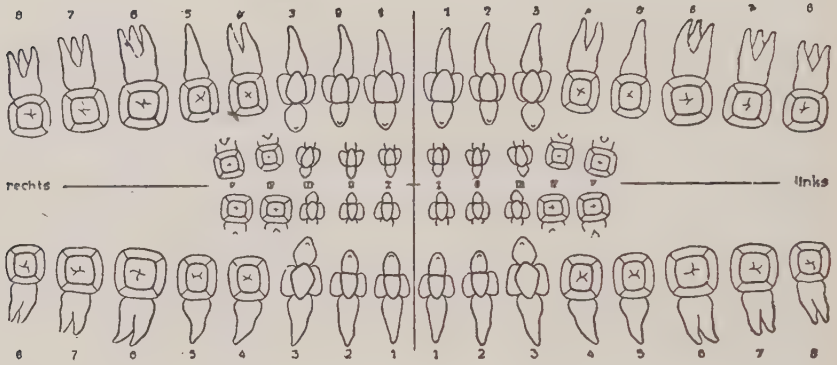
Vergleicht man diese Ergebnisse mit den gefundenen Werten der neutralen Gruppe von M ü h l l e i b, so ergibt sich für den Schokoladenarbeiter eine um 20,5 % höhere Kariesfrequenz.

Eigene Untersuchungen in einer Schokoladenfabrik

In keiner der beiden Arbeiten ist die von F r a n k gefundene besondere Schädlichkeit der Bitterschokoladen berücksichtigt. Eine Beantwortung dieser Frage ist aber nicht möglich, denn, wie ich von den Betriebsleitern einer Schokoladenfabrik erfuhr, ist die Herstellung der Bitter- und Milchschokolade fast in allen Betrieben in denselben Händen. Trotzdem führte ich noch eine Reihenuntersuchung durch, um mich selbst von den Zahnverhältnissen in einem solchen Betriebe zu überzeugen. Ferner wollte ich bessere Vergleichsmöglichkeiten schaffen, da die Ergebnisse von M ü h l l e i b sehr niedrig liegen und mit den Werten, die die neueren Untersuchungen an neutralen Berufsgruppen ergaben, nicht verglichen werden können. Besonders aufschlußreich war außerdem das Gespräch, das ich mit einem Zahnarzt führte, der einen großen Teil der von mir untersuchten Personen betreut. Er berichtete, daß trotz bester konservierender Behandlung nach wenigen Wochen erneut Karies bei den meisten Angestellten entstanden sei. Seine im Laufe der Zeit gesammelten Erfahrungen zeigten, daß sich neben primären Kariesdefekten, sekundäre Karies bei fast allen Füllmaterialien, auch bei gut angeschlagenen Goldinlays gezeigt habe. Nur bei Füllungen, die er versuchsweise mit Kupferamalgam gelegt habe, sei keine sekundäre Karies aufgetreten.

Von den 150 Angestellten der von mir besuchten Schokoladenfabrik kamen nur 102 für die Untersuchungen in Frage, da die anderen erst zu kurze Zeit im Betrieb beschäftigt waren. Bei meinen Erhebungen benutzte ich

zur Feststellung der Kariesfrequenz folgende Formulare:



Lebensalter:

Berufsalter:

Abteilung:

Kariöse Zähne:

Gefüllte Zähne:

Extrahierte Zähne:

Insgesamt kranke Zähne:

Das Gesamtergebnis der Untersuchung war folgendes:

Tabelle XVI

Abteilung	D.-Lebens-Alter	D.Berufs-Alter	Gesamtzahl d. Unts. Zähne	Kariöse Zähne	Gefüllte Zähne	Extrah Zähne
Puderkammer	25,4	3,5	320	46	78	73
Zuckerküche	24,3	3	96	13	31	15
Tafelei	28,2	2,5	480	42	96	137
Im Kakao	34,3	4	288	27	54	107
Fabrikation	33,3	4,5	128	8	37	35
Überziehmas.	36,6	3	192	20	27	83
Kremabteilung	35,7	4	288	23	51	86
Maschinenraum u. Verpackung	25,8	3,5	416	50	58	78
Lager	35	4	64	1	22	25
Gießerei	21,2	2,9	288	38	36	48
Schokoladenabt.	23,8	2,8	160	21	20	26
Arbeiten verschiedenster Art	33,2	2,3	480	42	84	117
Summe:	29,2	3,3	3190	331	594	830

Insges. kranke Zähne 1755

= 55 % sämtl. Zähne

Das Endresultat mag im Hinblick auf die Befunde von S c h m i t z , P f a r r und L a u b n e r niedrig erscheinen. Wenn man aber bedenkt, daß dieser Betrieb erst seit 1947 in Westdeutschland besteht und man vor allen Dingen die schlechten Gebißverhältnisse gesehen hat, die zum größten Teil, wie mir die Arbeiter und auch der betreuende Zahnarzt versicherten, hauptsächlich nach Eintritt in den

Betrieb entstanden sind, so glaube ich, daß man trotz der geringen Prozentzahl von starken Zahnschädigungen im Sinne einer Berufskrankheit sprechen kann. Die relativ niedrigen Untersuchungsergebnisse mögen durch besonders gute Konstitution, geringes Berufs-und Lebensalter bedingt sein. Bei der Gesamtbewertung habe ich die Ergebnisse sämtlicher Abteilungen mit hinzugezogen, da die Betriebsleitung ihre Angestellten von Zeit zu Zeit den Arbeitsplatz wechseln läßt, so daß jeder Arbeiter mal im Lager, mal in der Gießerei oder in der Puderkammer beschäftigt ist. Die Tabelle zeigt die augenblickliche Verteilung der Angestellten. Im Vergleich zu den neutralen Gruppen von S c h m i t z, P f a r r und L a u b n e r lag die Kariesanfälligkeit bei den Arbeitern dieser Schokoladenfabrik um 6,6 % höher.

Statistische Erhebungen über Kariesbefall in der Zuckerindustrie.

Zur Vervollständigung seien schließlich noch die Untersuchungen von L a u b n e r in einer Zuckerfabrik und einer Zuckerraffinerie wiedergegeben.

In dem Verarbeitungsprozeß einer Zuckerfabrik werden die Zuckerrüben gereinigt, geschnitzelt und nach dem Gegenstromverfahren mit warmem Wasser ausgelaugt. Dabei gehen nicht nur der Zucker, sondern auch alle anderen Stoffe der Rübe in Lösung. Deshalb wird der Saft mit gebranntem Kalk versetzt und dadurch ein Teil dieser Nebenstoffe ausgeschieden. Derjenige Teil des Zuckers, der sich dabei ebenfalls an den Kalk bindet, wird durch Einleiten von Kohlendioxyd wieder in Freiheit gesetzt. Der filtrierte Dünnsaft enthält 12 - 13 % Zucker und wird mit Wasserdampf im Vakuum zum Dicksaft eingekocht und dann zur Kristallisation gebracht. Das erhaltene Gemisch von Sirup und Kristallen wird bei 50°C in Zentrifugen abgeschleudert. Der so gewonnene Rohzucker ist gelb und klebrig und muß deshalb noch gereinigt

werden. Dieses geschieht in den Raffinerien. Hierbei wird der Rohzucker mit Zuckerlösungen von zunehmender Reinheit übergossen und dadurch die anhaftenden Verunreinigungen aufgelöst. Der entstandene Kristallzucker wird häufig nochmals gelöst, mit Tierkohle gekocht, filtriert und im Vakuum wieder eingedämpft. Die Reihenuntersuchungen in diesen Betrieben brachten folgende Ergebnisse:

Tabelle XVII

Betrieb	Durchschn. Alter	D.Berufs-Alter	Gesunde Zähne	geflt. Zähne	kariöse Zähne	z.Extr. reife Z.	Fehld. Zähne	Flächenkaries
Zuckerraf.	41,4	15,5	43,5 %	8,5 %	2,1 %	2,2 %	40,9%	2,8 %
Zuckerfb.	38,2	17,7	54,5 %	9 %	2,4 %	2,8 %	30,5%	0,7%

Die Arbeiter in den Zuckerfabriken haben demnach im Durchschnitt eine Kariesfrequenz von 45,5 % und in den Zuckerraffinerien von 56,5 %. Vergleicht man die Werte mit den Ergebnissen, die von L a u b n e r bei einer neutralen Gruppe gemacht wurden und 49,1 % betrugen, so kann man in den Zuckerfabriken nicht von erhöhten Zahnschädigungen sprechen. Nach Meinung von L a u b n e r liegt dieses daran, daß sich der Verarbeitungsprozeß in diesen Betrieben im feuchten Medium abspielt und es daher nicht zu der so schädigenden Staubentwicklung kommen kann.

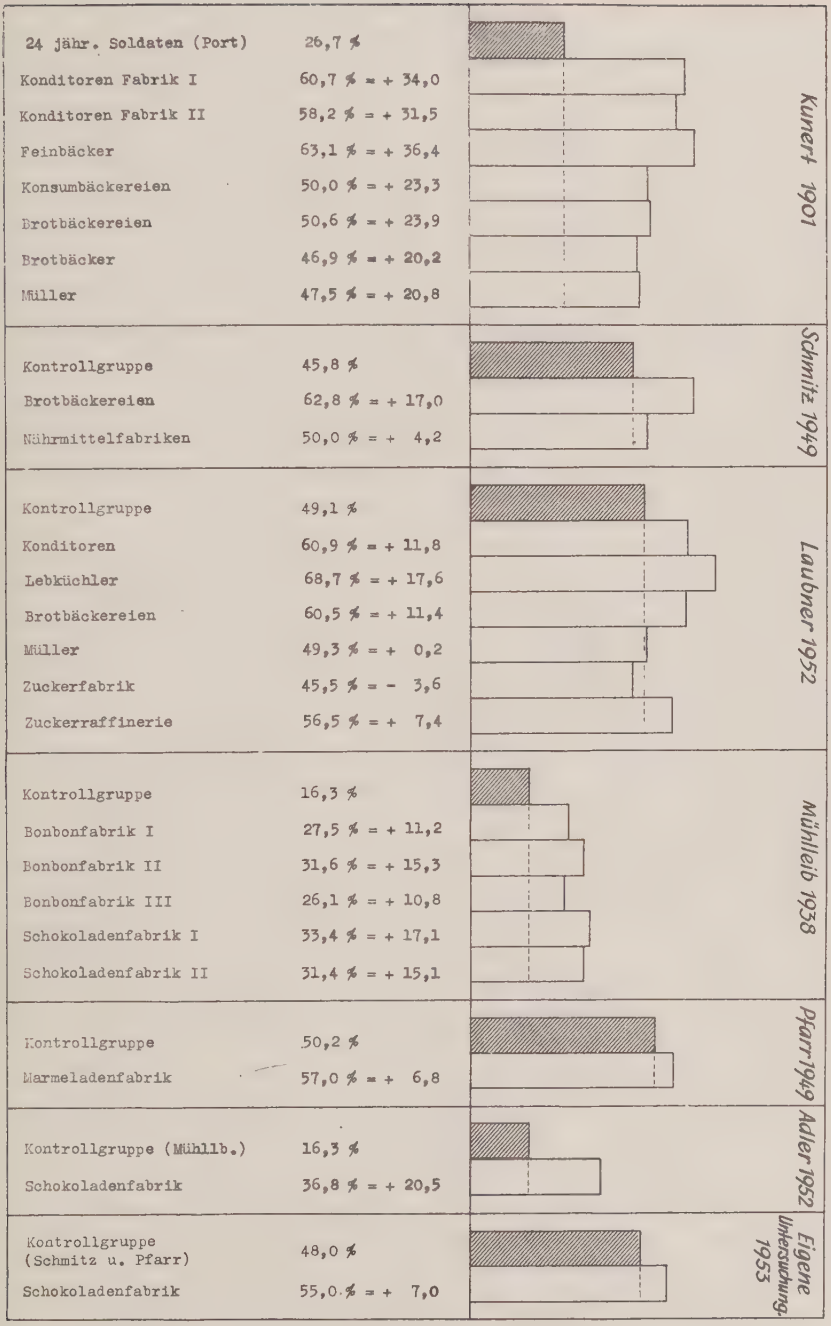
Zusammenfassung sämtlicher statistischen Erhebungen.

Die nun folgende Übersicht stellt alle bisher berichteten Ergebnisse nebeneinander. Die Prozentzahlen geben

die durchschnittliche Kariesfrequenz einer Gruppe an, wobei 100 % eine Zerstörung des gesamten Gebisses bedeuten, d. h. kein gesunder Zahn im Gebiß mehr vorhanden ist.

Tabelle XVIII

Kontrollgruppe	Arbeit mit Kohlenhydraten	Differenz d. Kariesfrequenz	Autor
24 jährige Soldaten (1901 nach P o r t)	Konditoren Fabrik I (alle Jahrgänge)		
26,7 %	60,7 %	+ 34,0	Kunert 1901
"	Konditoren Fabrik II (alle Jahrgänge)		
	58,2 %	+ 31,5	"
"	Feinbäcker (alle Jahrgänge)		
	63,1 %	+ 36,4	"
"	Konsumbäckereien (alle Jahrgänge)		
	50,0	+ 23,3	"
"	Brotbäckereien (alle Jahrgänge)		
	50,6 %	+ 23,9	"
"	Brotbäcker (alle Jahrgänge)		
	46,9 %	+ 20,2	"
"	Müller (alle Jahrgänge)		
	47,5 %	+ 20,8	"
Personen aller Berufe und Jahrgänge	Brotbäckereien (alle Jahrgänge)		
45,8 %	62,8 %	+ 17,0	Schmitz 1949
"	Nährmittelfabriken (alle Jahrgänge)		
	50,0 %	+ 4,2	"


24 jähr. Soldaten (Port) 26,7 %
Konditoren Fabrik I 60,7 % = + 34,0
Konditoren Fabrik II 58,2 % = + 31,5
Feinbäcker 63,1 % = + 36,4
Konsumbäckereien 50,0 % = + 23,3
Brotbäckereien 50,6 % = + 23,9
Brotbäcker 46,9 % = + 20,2
Müller 47,5 % = + 20,8
Kunert 1901
Kontrollgruppe 45,8 %
Brotbäckereien 62,8 % = + 17,0
Nährmittelfabriken 50,0 % = + 4,2
Schmitz 1949
Kontrollgruppe 49,1 %
Konditoren 60,9 % = + 11,8
Lebküchler 68,7 % = + 17,6
Brotbäckereien 60,5 % = + 11,4
Müller 49,3 % = + 0,2
Zuckerfabrik 45,5 % = - 3,6
Zuckerraffinerie 56,5 % = + 7,4
Laubner 1952
Kontrollgruppe 16,3 %
Bonbonfabrik I 27,5 % = + 11,2
Bonbonfabrik II 31,6 % = + 15,3
Bonbonfabrik III 26,1 % = + 10,8
Schokoladenfabrik I 33,4 % = + 17,1
Schokoladenfabrik II 31,4 % = + 15,1
Mühlleib 1938
Kontrollgruppe 50,2 %
Marmeladenfabrik 57,0 % = + 6,8
Pfarr 1949
Kontrollgruppe (Mühllb.) 16,3 %
Schokoladenfabrik 36,8 % = + 20,5
Adler 1952
Kontrollgruppe (Schmitz u. Pfarr) 48,0 %
Schokoladenfabrik 55,0 % = + 7,0
Eigene Untersuchung 1953

Fortsetzung der Tabelle XVIII

Kontrollgruppe	Arbeit mit Kohlenhydraten	Differenz d. Kariesfrequenz	Autor
Arbeiter einer Maschinenfabrik und Fleischer aller Jahrgänge	Konditoren (alle Jahrgänge)		
	60,9 %	+ 11,8	Laubner 1952
49,1 %	Lebküchler (alle Jahrgänge)		
	68,7 %	+ 17,6	"
"	Brotbäckereien (alle Jahrgänge)		
	60,5 %	+ 11,4	"
"	Müller (alle Jahrgänge)		
	49,3 %	+ 0,2	"
"	Zuckerfabrik (alle Jahrgänge)		
	45,5 %	- 3,6	"
	Zuckerraffinerie (alle Jahrgänge)		
	56,5 %	+ 7,4	"
Arbeiter einer Woll-Wäsche-u. Lederfabrik	Bonbonfabrik I (alle Jahrgänge)		
	27,5 %	+ 11,2	Mühlleib 1938
16,3 %	Bonbonfabrik II (alle Jahrgänge)		
"	31,6 %	+ 15,3	"
	Bonbonfabrik III (alle Jahrgänge)		
"	26,1 %	+ 10,8	"
	Schokoladenfabrik I (alle Jahrgänge)		
"	33,4 %	+ 17,1	"
	Schokoladenfabrik II (alle Jahrgänge)		
"	31,4 %	+ 15,1	"

Fortsetzung der Tabelle XVIII

Kontrollgruppe	Arbeit mit Kohlenhydraten	Differenz d. Kariesfrequenz	Autor
Personen aller Berufe u. Jahrgänge	Marmeladenfabrik (alle Jahrgänge)		
50,2 %	57,0 %	+ 6,8	Pfarr 1949
Arbeiter einer Woll-Wäsche-u. Lederfabrik nach Mühlleib	Schokoladenfabrik		
16,3 %	36,8 %	+ 20,5	Adler, Bruszt u. Hradecky 1952
(z. vergl. Neutrale Gruppe n. Schmitz u. Pfarr 1949)	Eigene Untersuchungen in einer Schokoladenfabrik (alle Jahrgänge)		
48 %	55,0 %	+ 7,0	Eigene Unters.

Bei einer kritischen Betrachtung dieser letzten Tabelle ist man zunächst über die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen überrascht. Gegenüber den von K u n e r t, S c h m i t z, P f a r r und L a u b n e r genannten Kariesfrequenzen liegen die von M ü h l l e i b angeführten wesentlich niedriger. Vermutlich hat M ü h l l e i b Zähne noch als gesund angesehen, die andere bereits als kariös oder krankhaft bezeichnet hätten. Im übrigen bin ich mir darüber im klaren, daß jeder der Autoren seine Untersuchungen unter individuellen Gesichtspunkten vornahm. Da aber meistens gleichsinnige Ergebnisse gefunden wurden, erscheint mir eine gemeinsame Auswertung gerechtfertigt.

Zusammenfassend ist zu sagen:

1. Die Kariesfrequenz der berufstätigen Bevölkerung ist von 1901-1952 um 20 % gestiegen. Nach verschiedenen Untersuchungen S c h m i t z, P f a r r und L a u b n e r sind im Durchschnitt bei Berücksichtigung aller Altersstufen

48,4 % des menschlichen Gebisses erkrankt, d. h. die Hälfte des Gebisses besteht aus gefüllten, überkronten und kariösen Zähnen oder Gebißlücken.

2. Die Berufsgruppe der Konditoren, Feinbäcker und Lebküchler weist seit 1901 im Durchschnitt eine Kariesfrequenz von 62,2 % auf. Diese Menschen haben durchschnittlich um 13,8 % schlechtere Zähne als die andere Bevölkerung.

3. Im Jahre 1901 betrug die Kariesfrequenz der reinen Brotbäcker 49,1 %. Die Zahnschädigungen in diesen Betrieben haben sich im Laufe der Jahre erhöht. Ein Arbeiter, der auf den Mehlböden einer Brot-, Nährmittel- oder Teigwarenfabrik arbeitet oder an den Wirktischen einer Weißbäckerei steht, weist jetzt im Durchschnitt eine Kariesfrequenz von 61,6 % auf. Von den Belegschaften dieser Betriebe sind 27,0 % an diesen zahnschädigenden Arbeitsplätzen beschäftigt. Im Vergleich zu einer neutralen Gruppe liegt die Kariesanfälligkeit um 13,1 % höher.

4. Die Müller und ebenso die Angestellten in Nährmittelfabriken weisen im Durchschnitt eine Kariesfrequenz von 48,9 % auf und stehen auf der gleichen Ebene wie die Personen anderer Berufsgruppen.

5. Die Arbeiter in den Marmeladenfabriken zeigen im Vergleich zu den neutralen Gruppen eine Erhöhung der Kariesfrequenz um 8,6 %.

6. Nach M ü h l l e i b liegt bei den Arbeitern der Süßwarenindustrie in den Bonbonfabriken die Kariesfrequenz um 12,1 % und in den Schokoladenfabriken um 16,3 % höher als die Kariesanfälligkeit in Betrieben der Woll-, Wäsche und Leder verarbeitenden Industrie. Die Angaben von A d l e r wurden nicht verwertet, da keine Vergleichsmöglichkeiten vorhanden waren.

Nach eigenen Untersuchungen lag die Kariesfrequenz

einer Schokoladenfabrik bei 55,0 %. Da die Untersuchungstechnik der von P f a r r, S c h m i t z und L a u b n e r angeglichen war, bestehen Vergleichsmöglichkeiten. Der Zahnstatus zeigte im Durchschnitt eine um 6,6 % höhere Kariesanfälligkeit als bei den neutralen Gruppen.

7. In der zuckerverarbeitenden Industrie waren in den Zuckerfabriken keine besonderen Schädigungen festzustellen; in den Zuckerraffinerien lagen diese dagegen um 8,1 % höher als bei anderen Berufsgruppen.

Ich habe mich bemüht, dem Problem der berufsbedingten Zahnschädigungen durch Gärungssäuren auf statistischen Wege näher zu kommen. Nach den Erfahrungen aber, die ich bei meinen eigenen Untersuchungen sammeln konnte, und durch den Einblick in die Literatur kann ich die Beantwortung dieser Frage allein durch die oben genannten Prozentzahlen nicht als ganz richtig ansehen. Die Unterschiede erscheinen dabei als gering, so daß man leicht dazu neigt, die durch die Berufsbedingungen veranlaßte Erhöhung der Kariesfrequenz als geringfügig anzusehen.

Wer aber selbst einmal in einem solchen Betrieb die Zahnverhältnisse untersuchte, wird mir zustimmen müssen, daß bei den Konditoren, Lebküchlern und Feinbäckern, bei allen Arbeitern der nur mehlverarbeitenden Industrie, die an besonders gefährdeten Stellen stehen, bei den Arbeitern der Süßwarenindustrie, die dem Mehl-, Kakao-und Zuckerstaub, sowie den Fruchtsäuren ausgesetzt sind, ebenso bei den Arbeitern in den Zuckerraffinerien die Zähne infolge berufsbedingter Umstände besonders schlecht sind. Wie aus den Tabellen ersichtlich, liegt eine schon zahlenmäßig erhöhte Kariesanfälligkeit vor. Zum anderen sind in diesen Betrieben wirklich ungewöhnlich schlechte Mundverhältnisse vorhanden, die durch Prozentzahlen garnicht umfassend wiedergegeben werden können. Ich konnte mich selbst davon über-

zeugen, daß bei derartigen Personen zumeist tiefe kariöse Höhlen vorhanden sind, die in keiner Weise mit den meist punktförmigen Defekten bei den neutralen Gruppen zu vergleichen sind. Wenn man bei der Befragung der Angestellten immer wieder hört, daß ihre Zähne erst häufiger erkrankten, seitdem sie in dem Betrieb arbeiteten, wenn der betreuende Zahnarzt dieser Arbeiter bestätigt, daß trotz bester konservierender Behandlung bei vielen sich schon nach einigen Wochen wieder erneut Karies gebildet habe, wenn man bedenkt, daß diese Zahnschäden in solchen Betrieben schon seit langem bekannt sind und die Betriebsleitung aus diesem Grunde ihre Angestellten stets den Arbeitsplatz wechseln läßt, so daß jeder ab und zu den zahnschädigenden Elementen entzogen wird, so glaube ich, daß es angezeigt ist, die Zahnschäden in diesen Betrieben versicherungsrechtlich zu erfassen. Der Mehl-, Zucker-und Kakaostaub führt unter den Bedingungen, wie er in den erwähnten Betrieben gebraucht und verarbeitet wird, durch Bildung von Gärungssäuren im Laufe der Jahre zu Zahnschädigungen, die im Sinne einer Berufskrankheit aufgefaßt werden müssen.

Während bei der direkten Einwirkung organischer Säuren auf die harten Zahnsubstanzen das klar zu diagnostizierende Bild der Säurenekrose auftritt, hat man es in diesem Falle mit der Karies zu tun, einem Krankheitsbild, das durch die verfeinerte Lebensweise ohnehin immer weiter um sich greift. Die Entscheidung, ob und wie weit es sich bei einem Angehörigen dieser Betriebe um eine Berufskrankheit oder einen nicht berufsbedingten pathologischen Vorgang handelt, kann also nicht generell gefällt werden. Ähnlich wie es bei der Feststellung einer unfallsbedingten Erwerbsminderung schon jetzt gehandhabt wird, muß es im Einzelfalle einem erfahrenen Zahnarzt überlassen bleiben, den zusätzlichen Anteil der Berufsbedingungen an der bestehenden Karies zu begutachten und danach festzulegen, in welchem Ausmaß der Versicherungsträger sich an den Kosten über Zahnbehandlung und Zahnersatz beteiligen muß.

Zusammenfassung

Bei der Entkalkung der harten Zahnsubstanzen durch organische Säuren sind zwei voneinander unabhängige Zahnerkrankungen scharf zu unterscheiden:

1. Zahnschäden, die durch direkte Einwirkung der Säuren, z. B. beim Einatmen von Säuredämpfen oder von Säurestaub entstehen. Gleich den Mineralsäuren führen die organischen Säuren hier zu dem klar zu diagnostizierenden Bild der S ä u r e n e k r o s e.

   Beruflich bedingte Schäden dieser Art sind z. B. durch Staub von Wein-und Zitronensäure und durch Dämpfe von Ameisen-und Essigsäure bekannt; Schäden durch die letztgenannten Säuren wurden auch bei eigenen Untersuchungen in einer Stoffdruckerei beobachtet.

2. Zahnschäden durch Säuren, die secundär beim fermentativen Abbau der Kohlenhydrate unter den Plaques an den Retentionsstellen der Zähne entstehen. Hier wird K a r i e s hervorgerufen oder noch verstärkt.

   Statistische Erhebungen in der Nahrungs-und Genußmittelindustrie (Bäckereien, Konditoreien, Süßwarenbetriebe) haben schon wiederholt den starken Kariesbefall bei Arbeit mit Mehl, Zucker oder Kakaostaub gezeigt; eigene Untersuchungen in einer Schokoladenfabrik bestätigen diese Erfahrungen.

   Eine Säurenekrose ist leicht zu diagnostizieren und als Berufskrankheit zu charakterisieren.

   Bei der Karies dagegen handelt es sich um eine auch normalerweise weit verbreitete Erkrankung der Zähne. Bei den hier in Frage kommenden Berufsgruppen muß daher im einzelnen Falle die Entscheidung, ob und wie weit es sich um eine Berufskrankheit handelt, jeweils einem erfahrenen Zahnarzt überlassen bleiben.

Herrn Professor Dr. Dr. W. N e u m a n n möchte ich an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank für die freundliche Überlassung des Themas abstatten.

Besonders danke ich auch für die wertvollen Ratschläge und die Hilfe, die er mir während der ganzen Durchführung der Arbeit zuteil werden ließ.

Auch Herrn Dozent Dr. Dr. D. H a u n f e l d e r möchte ich für die wertvollen Anregungen und Hinweise meinen Dank aussprechen.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. Adler, Bruszt u. Hradecky : Vergleich verschiedener Indexzahlen zur Kennzeichnung der Kariesintensität. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift Januar 1952 7. Jg.

2. Bauer, M. : Die entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten. Arbeit und Gesundheit, Neue Folge Thieme Verlag, Stuttgart 1953

3. Bodecker : Siehe bei Adler, Bruszt u. Hradecky

4. Bünger : Säureschäden der Zähne im Beruf. Med. Diss. Berlin 1951

5. Mc. Clelland : Siehe bei H e c k n e b y

6. Mc. Cay u. Will : Erosion of Molar Teeth by Acid Beverages. The Journal of Nutrition 39, S. 313, 1949

7. Mc. Clure : The Distructive Action, in Vivo, of Dilute Acids and Acid Drinks and Beverages on the Rats' Molar Teeth Journal of Nutrition 26, S. 251, 1943

8. Elsbury, W. B., R.C. Browne and J.Boyes : Erosion of Teeth due to Tartaric Acid Dust. Brit. J. industr. Med. 8, 179 (1951)

9. Frank : Ein Beitrag zur Frage der lokalen Schädlichkeit von Zucker und Schokolade auf die Zähne auf Grund experimenteller Untersuchungen. Med. Diss. Berlin 1940

10. Grabowsky : Frühschäden im Betrieb und Wege zu ihrer Bekämpfung. Untersuchungen an 500 Bäckerlehrlingen des Stadtkreises Breslau.

Deutsche Zahnärztl. Wochenschrift
43 Jg., S. 173, 1940

11. Graf : Über die Entkalkung des Zahnschmelzes durch Fruchtsäuren und Tafelgetränke.
Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde Nr. 1 Januar 1953

12. Haggard u. Greenberg : The Acidity of Saliva after Ingestion of Carbo hydrate and Acid Containing Substances.
Journal Dental Research 30, S. 126, 1951

13. Hassel : Sind die Gebißschäden der sogenannten "Säurearbeiter" als Berufskrankheit im Sinne des Versorgungsgesetzes zu betrachten oder nicht?
Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift
H. 1/2, S. 33, 1948

14. Heckneby : Untersuchungen über die Korrosionsfähigkeit verschiedener Säuren gegenüber Schmelz und Dentin.
Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde Nr. 1 Januar 1947

15. Hesse : Zahnkaries bei Bäckern.
Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde Nr. 11, 1886

16. Hicks : Excessive Citrus Juice Consumption. Clinical Observations of the Effect on Superficial and Deep Tissues of the Oral Cavity.
The Journal of the American Dental Association 41, S. 38, 1950

17. Hoff u. Köszeg : Tiefenwirkung verschiedener Säurekonzentrationen auf den Schmelz.
Zeitschrift für Stomatologie
35, H. 14, S. 923, 1937

18. Kiegler : Über Gewerbesäureschäden an den Zähnen. Med. Diss. Bern 1946

19. Koelsch : Die meldepflichtigen Berufskrankheiten. 1952

20. Kunert : Arbeiterschutz und Krankenkassen in ihrem Verhalten gegenüber der Zahnkaries bei den Bäckern und Konditoren. Arch. f. Unfallkunde Gewerbehygiene und Gewerbekrankheiten III Band Stuttgart 1901.

21. Laubner : Die Zuckerbäckerkaries. Med. Diss. Berlin 1952

22. Lazarus : Karies und Kohlenhydrate. Zahnärztliche Mitteilungen 41, Nr. 18, 1953

23. Miller : Über die Transparenz des Zahnbeins und die Wirkung von Säuren auf den Schmelz. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde S. 182, 1903

24. Miller : Enamel Erosive Properties of Fruits and Fruit Juices. Journal of Nutrition 41, S. 63, 1950

25. Moncrief : Ätzende Wirkung von Fruchtsäuren. Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1897

26. Mühlleib : Die Zuckerkaries eine Berufskrankheit. Med. Diss. Köln 1938

27. Müller : Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der sog. Drops auf die Zähne. Med. Diss. Freiburg 1939

28. Peetz : Säureeinwirkung auf den Zahnschmelz. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde S. 387, 1929

29. Pfarr : Zahnschäden in der Marmeladenindustrie. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Hamburg)
Med. Diss. Hamburg 1949

30. Port : Über die Zahnkaries im Amfang der 20 Jahre auf Grund statistischer Untersuchungen bei Soldaten.
Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1895

31. Schmitz : Zahnschäden in der mehlverarbeitenden Industrie. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Hamburg)
Med. Diss. Hamburg 1949

32. Steveling : Über die Wirkung von Fruchtsäuren auf die harten Zahnsubstanzen.
Zahnärztliche Welt 3 Jg., H. 7, S. 211, 1948

33. Sroka : Die Bedeutung der Zahnkrankheiten durch Säuren.
Ärztliche Wochenschrift 5. Jg. S. 858, 1950

34. Stafne u. Loverstedt : Dissolution of Tooth Substance by Lemon Juice, Acid Beverages and Acids from Other Sources.
The Journal of the American Dental Association 34, S. 586, 1947

35. Thurlow und Bunzell : On the Effect of Acids on Tooth Tissue.
Dental Cosmos 69, S. 20, 1927

36. Wannemacher : Zahnerhaltungskunde (Württ. Hohenzollern)
Ausgabe 1952

37. Wohinz : Zucker und Zähne.
Deutsche Zahn-, Mund-und Kieferheilkunde
Band 5 1938

38. Yardeni : The Weight Losses of Intact Teeth in Different Buffers of Varying p_H-Values.
Journal of Dental Research 29, S. 278, 1950

L e b e n s l a u f

Am 27. September 1928 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Dr. Fritz Dammeyer und seiner Ehefrau Martha, geb. Beckmann in Minden/Westf. geboren.

An Ostern 1935 wurde ich in die Bürgerschule II und an Ostern 1939 in die Bessel-Oberschule für Jungen in Minden aufgenommen. Herbst 1944 wurde ich zum Kriegseinsatz dienstverpflichtet. Nach Beendigung des Krieges arbeitete ich in einem zahntechnischen Laboratorium. Nach Wiedereröffnung der Mindener Schulen am 1. Januar 1946 besuchte ich weiterhin die Bessel-Oberschule. Weihnachten 1948 wurde ich in die Unterprima der Aufbauschule Petershagen umgeschult, wo ich am 8. März 1950 meine Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1950/51 wurde ich an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg immatrikuliert und bestand im Frühjahr 1952 mein Physikum und im Juli 1954 mein zahnärztliches Staatsexamen.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Hans Dammeyer

RUDOLF BAENR DRUCK- UND WERBETECHNIK
WÜRZBURG JOLLOSSTRASSE 1